

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Факультет біотехнології і біотехніки
Кафедра екобіотехнології та біоенергетики**

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Євгеній КУЗЬМІНСЬКИЙ
(підпис)

«___» _____ 2020р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньо-професійною програмою «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»

спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія»

на тему: «Технологія біологічного очищення стічних вод заводу безалкогольних напоїв»

Виконала:

студентка IV курсу, групи БЕ-61

Куторланова Наталя Дмитрівна _____

Керівник:

асист., к.т.н.

Козар Марина Юріївна _____

Консультант з проектування:

Проф., д.т.н, проф.,

Саблій Лариса Андріївна _____

Рецензент:

Проф., д.б.н.

Горчаков Володимир Юрійович _____

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студентка _____

Київ – 2020 року

Національний технічний університет України

**«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет біотехнології і біотехніки
Кафедра екобіотехнології та біоенергетики

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 162 «Біотехнології та біоінженерія»

Освітньо-професійна програма «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Євгеній КУЗЬМІНСЬКИЙ
(підпис) (ім'я, прізвище)

«__»_____ 2020р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Куторлановій Наталі Дмитрівні

1. Тема проєкту «Технологія біологічного очищення стічних вод заводу безалкогольних напоїв»

керівник проєкту к.т.н., доц. Козар Марина Юріївна,

затверджені наказом по університету від,

затверджені наказом по університету від «__»_____ 20__ р. №_____

2. Термін подання студентом проєкту _____

3. Вихідні дані до проєкту:

Розрахункова витрата стічних вод 15000 м³/добу; промислове підприємство – завод безалкогольних напоїв; температура суміші СВ, що надходять на очисні споруди: середньорічна 24 °С, середньо зимова 19,5 °С, середньомісячна за літній період 24,5 °С, мінімальна середньомісячна 15,5 °С. Характеристика річки, в яку скидаються СВ: розрахункова витрата при 95% забезпеченості 15 м³/с; швидкість течії при розрахунковій витраті 1,5м/с; середня глибина річки становить 2,5 м; коефіцієнт звивистості 1,5; вид водокористування – рибогосподарське; концентрація кисню в воді

влітку 6,5; концентрація завислих речовин 16 мг/дм³; БСК_{повн} 6,4 мг/дм³; температура води влітку 17 °С; відстань по фарватеру річки до найближчого пункту водокористування– 2000 м.

4. Зміст пояснювальної записки:

Характеристика стічних вод виробництва безалкогольних напоїв; обґрунтування технології очищення стічних вод заводу безалкогольних напоїв, характеристика аеробного активного мулу; біохімічні основи технологічного процесу очищення води; розрахунок показників суміші стічних вод заводу безалкогольних напоїв; технологічна частина: вибір, розрахунок і характеристика обладнання для очищення суміші стічних вод заводу безалкогольних напоїв; охорона праці та довкілля.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо):

Технологічна схема технології біологічного очищення стічних вод заводу безалкогольних напоїв (А1); апаратурна схема технології біологічного очищення стічних вод заводу безалкогольних напоїв (А1); креслення аеротенка-витиснювача (А1).

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Графічна частина дипломного проекту	д.т.н., проф. Саблій Л.А.		

7. Дата видачі завдання _____

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Вступ	01.05.2020	
2	Розділ 1	10.05.2020	
3	Розділ 2	15.05.2020	
4	Розділ 3	20.05.2020	
5	Розділ 4	25.05.2020	
6	Розділ 5	30.05.2020	
7	Висновки	30.05.2020	
8	Креслення А1	30.05.2020	

Студент

_____ Наталя Куторланова
(підпис)

Керівник проекту

_____ Марина Козар
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 62 с., 3 рис., 6 табл., 26 посилань.

У дипломному проекті обрано ефективну технологію очищення стічних вод заводу безалкогольних напоїв.

Розроблено технологію очищення стічних вод заводу безалкогольних напоїв з доведенням значень показників забруднення до допустимих для скиду у річку. Наведено характеристику хімічного складу стічних вод заводу безалкогольних напоїв. За даною технологією створено технологічну та апаратурну схеми, підібране основне та додаткове обладнання. Проведено розрахунки необхідного ступеня очищення стічних вод, матеріального балансу та споруд біологічного очищення. На підставі розрахованих параметрів розроблено креслення споруди – аеротенка-витиснювача з двома секціями.

Наведені умови та параметри контролю технологічних операцій, необхідні для забезпечення якості води, що відповідає нормам скиду до поверхневих вод з урахуванням правил безпеки та охорони навколишнього середовища.

ЗАВОД БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ, СТІЧНА ВОДА, БІОТЕХНОЛОГІЯ, АЕРОТЕНК, БІОЛОГІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ, ОСАД.

ABSTRACT

Later for explanation contains 62 pp., 3 figs., 6 tables, 26 references.

Technology for the wastewater of the soft drinks plant is considered in the paper.

The technology of treatment of the soft drinks plant wastewater that brings it to acceptable levels of contamination was developed. The characteristics of the chemical composition of the soft drink plant wastewater were described. Technological and hardware schemes were created according to this technology with basic structures and ancillary equipment. Calculations of the required degree of wastewater treatment, material balance and parameters of biological treatment facilities were performed. On the basis of the considered parameters the drawing of a construction - the aerotank with two sections - was created.

Terms and control parameters of the process steps, necessary to ensure the quality of river discharge standards to surface water considering the basic principles and key rules of safety and the environment safety were shown.

THE SOFT DRINKS PLANT, WASTEWATER, BIOTECHNOLOGY, AEROTANK, BIOLOGICAL TREATMENT, SEDIMENT.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СТІЧНИХ ВОД ЗАВОДУ БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ, ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ОЧИЩЕННЯ	9
1.1 Характеристика стічних вод заводу безалкогольних напоїв та умови їх формування	9
1.2 Обґрунтування вибору технології для очищення стічних вод для заводу безалкогольних напоїв	10
1.3 Характеристика біологічного агента	17
РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	21
2.1 Схема перебігу процесів біологічного очищення	21
2.2 Характеристика кінцевого продукту	24
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	26
3.1. Сировина та матеріали	26
3.2. Опис технологічного процесу	26
3.3. Контроль виробництва	31
3.4. Матеріальний баланс	36
РОЗДІЛ 4. ВИБІР І ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ	38
4.1 Розрахункові витрати стічних вод	38
4.2 Розрахунковий коефіцієнт змішування стічних вод з водою річки	38
4.3. Необхідний ступінь очищення стічних вод	39
4.4 Розрахунок очисних споруд	40
4.4.1 Розрахунок первинних відстійників	40
4.4.2 Розрахунок споруд біологічного очищення	42
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ	51
5.1 Охорона праці	51
5.2 Охорона довкілля	53
ВИСНОВКИ	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	56
ДОДАТКИ	59

					ЕКБ.БЕ6113.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Зміст	Стадія	Арк.	Аркушів
Розроб.		Кутарлanova Н.Д.						
Конс.		Козар М.Ю.					7	62
						КПІ д/м. Ігоря Сікорського, ФБТ		
Керів.		Козар М.Ю.						
Затверд.								

ВСТУП

На сьогодні вода є одним з базових ресурсів як для господарства, так і для усіх можливих галузей промисловості. Рівень потреби у воді може бути різним, що залежить від технологій виробництва у промисловості та способу ведення життєдіяльності для окремої людини. Спільним для усіх є одне – потреба у чистій воді та забезпечення її безперервної подачі.

Для забезпечення цієї потреби необхідно вживання комплексу заходів, що запобігають забруднення водних джерел та басейнів. Отже очищення стічної води є ключовим заходом зі збереження чистоти водних ресурсів.

Стічні води підприємств харчової промисловості, а саме виробництва безалкогольних напоїв, переважно містять органічні забруднення та можуть ставати причиною евтрофікації водойм. Тому саме для таких стоків є актуальною розробка технологій, у яких основною стадією є біологічна очистка.

Метою даного дипломного проекту є обґрунтування та вибір ефективної біотехнології очищення стічних вод заводу безалкогольних напоїв.

Для виконання поставленої мети поставлено наступні **завдання**:

1. Провести літературно-патентний пошук, проаналізувати наявні технології очищення стічних вод заводу безалкогольних напоїв.
2. Навести характеристику стічних вод заводу безалкогольних напоїв, активного мулу та очищеної води.
3. Обґрунтувати та обрати схему біологічного очищення стічних вод заводу безалкогольних напоїв, провести необхідні розрахунки основного та допоміжного обладнання.
4. Запроектувати аеротенк – витиснювач.
5. Навести основні вимоги щодо техніки безпеки та охорони праці та природнього навколишнього середовища.

					ЕКБ.БЕ6113.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вступ	Стадія	Арк.	Аркушів
Розроб.		Кутарлanova Н.Д.						
Конс.		Козар М.Ю.					8	62
						КПІ ім. Ігоря Сікорського,ФБТ		
Керів.		Козар М.Ю.						
Затверд.								

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СТІЧНИХ ВОД ЗАВОДУ БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ, ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ОЧИЩЕННЯ

1.1. Характеристика стічних вод заводу безалкогольних напоїв та умови їх формування

Виробництво безалкогольних напоїв є однією з найбільш затратних галузей промисловості з точки зору використання води на одиницю продукції. Серед асортименту безалкогольних напоїв присутні такі продукти як: напої на основі соків, ароматизовані напої, напої на основі рослинних екстрактів, концентратів чи концентрованих основ, спеціалізовані напої для вітамінізації, тонізації, з пониженою калорійністю тощо. За походженням напої можуть бути зроблені з рослинних компонентів, мати хімічну основу або бути продуктом життєдіяльності мікроорганізмів.

Завод безалкогольних напоїв випускає хлібний квас та комбучу – напій на основі «Чайного гриба» - симбіозу дріжджового гриба та оцтової бактерії [1]. У порівнянні з більшістю виробництв безалкогольних напоїв, виробництво квасу та комбучі характеризується значно нижчою витратою води на одиницю продукції, тому об'єм стоків буде значно нижчим. У розрахунку на 10 тисяч літрів готового продукту вихід стічних вод на виробництві складає 4,62 м³ та 35,33 м³ відповідно [2].

Як правило, у процесі виробництва напоїв стічні води утворюються у результаті допоміжних процесів з підсобних приміщень та безпосередньо у процесі виробництва. Вода витрачається на підготовку сусла, купажування, миття обладнання, бродильних ємностей, тари, технологічних трубопроводів та для охолодження [3]. Оскільки для миття технологічного обладнання використовується велика кількість миючих засобів, тому їх присутність також важливо враховувати при застосуванні біологічної очистки. Отже у таких стічних вод може бути значний діапазон зміни значень рН (6,5-8,5) та температури, а також різноманітних забрудників [4]

					ЕКБ.БЕ6113.ДП		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Кутарланова Н.Д.			Розділ 1. Характеристика стічних вод заводу безалкогольних напоїв	Стадія	Арк.
Конс.		Козар М.Ю.					Аркушів
						9	62
Керів.		Козар М.Ю.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ	
Затверд.							

Компонентний склад стічних вод заводу безалкогольних напоїв, що спеціалізується на виробництві квасу та комбучі зведений у таблицю 1.1.

Таблиця 1.1.

Показники забруднення промислових стічних вод заводу безалкогольних напоїв та квасу [4], [5].

Забруднюючі речовини	$C_{\text{вир}}, \text{мг/дм}^3$	ГДК, мг/дм^3 для випуску у водойму [6]
Завислі речовини	250	15
Сухий залишок	1345	-
БСК _{полн.}	400	15
ХСК	598	80
Фосфор загальний	9	3,5
Азот амонійний	40	2
Нітрати	40	2
Cl ⁻	290,5	350
SO ₄ ²⁻	204,7	500
ПАР	20	0,5

З таблиці робимо висновок, що склад стічних вод заводу безалкогольних напоїв та квасу перевищує норми скиду до річки у багатьох показниках, зокрема завислі речовини, сухий залишок, БСК_{повн.}, ХСК, фосфор загальний, азот амонійний, нітрати, ПАР.

1.2 Обґрунтування вибору технології для очищення стічних вод для заводу безалкогольних напоїв

Для скиду стічних вод заводу річки необхідно привести значення показників забруднення до допустимих, а також забезпечити відсутність у воді речовин, що можуть бути шкідливими для екосистеми річки[7]. Для цього необхідно провести попередню очистку стоків.

Процес очистки стічних вод проводять у декілька стадій: механічна, фізико-хімічна, біологічна.

Механічна очистка води представляє собою пропускання її через решітки, пісковловлювачі та первинні відстійники. Забруднення з решіток зазвичай утилізуються або подаються на зброджування у метантенках; пісок з пісковловлювачів зневоднюється на спеціальних майданчиках; сирий осад після відстоювання відправляють також на зброджування до метантенків[7].

Фізико-хімічне очищення стічних вод може бути представлене такими процесами як сорбція, екстракція, флотація, евапорація, іонний обмін, електродіаліз та реагентний метод[7].

Після очищення стічної води від мінеральних речовин та таких, що знаходяться у ній у колоїдному стані, вода направляється на біологічну очистку, що дозволяє очистити стоки від органічних речовин. Біологічна очистка може бути проведена у природних (поля зрошення, поля фільтрації, біологічні ставки) та штучних умовах (біофільтри, аеротенки, окиснювальні канали тощо) [7].

Оскільки існує можливість використання аеробного або анаеробного методів очищення, необхідно порівняти їх для визначення найкращого для даного типу виробництва, а саме для виробництва квасу та комбучі.

Анаеробна очистка стічних вод використовується при високих концентраціях забруднень ($XCK > 1500 \text{ мг/дм}^3$). Використовується при температурі води більше 25°C та при відсутності токсичних речовин. Необхідна попередня нейтралізація лужних стічних вод. Анаеробний мул може зберігати життєздатність без додавання «свіжих» стічних вод. Після анаеробної очистки необхідно провести доочистку аеробним способом для досягнення ГДК. Надлишковий мул утворюється у незначних кількостях, але такий спосіб очистки потребує великих площ для розміщення[8].

Аеробна очистка застосовується при значно менших показниках XCK та не залежить від температури стічної води. За певних умов допускається присутність токсичних речовин, а лужні стічні води не потребують попередньої нейтралізації. Для аеробного процесу є необхідною безперервність процесу. В

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						11
Змн.	Дрк.	№ докум.	Підпис	Дата		

результаті біологічного очищення утворюється велика кількість надлишкового мулу, що потребує зневоднення та утилізації[8].

Можна виділити декілька можливих схем очищення стічних вод, що застосовуються на виробництвах безалкогольних напоїв.

На рис. 1.2.1 представлена схема очищення стічних вод, що встановлена на одному з працюючих підприємств[9].

Усі стічні води самопливно потрапляють до збірника, звідки насосом перекачуються до очисних споруд. За допомогою решіток та пісковловлювачів вода очищується від механічних забруднень. Після механічної очистки води потрапляють до усереднювача для гомогенізації та уникнення перепадів рівнів забруднень у різних партіях води, що подаються на очистку. Наступною стадією є очистка води у аеротенку, куди вода подається з усереднювача з певною частотою. При подачі води до аеротенку повітродувками подається повітря для аерації. Проходить очистка стічних вод за допомогою мікроорганізмів, що поглинають органічні речовини з неї для власної життєдіяльності. Частина очищеної води подається на вторинне відстоювання[9].

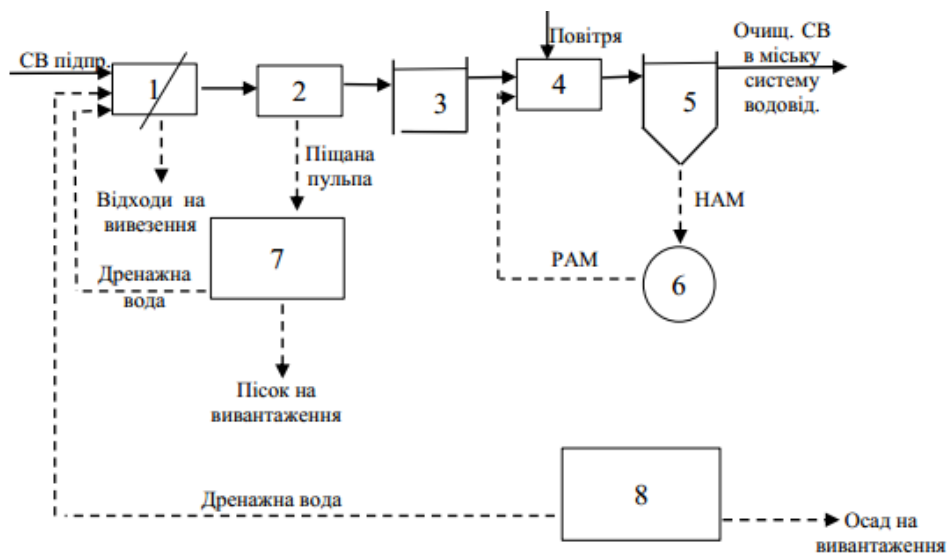


Рисунок 1.2.1 Схема біологічного очищення стічних вод:

- 1- механічні решітки; 2 – пісколовка; 3 – усереднювач; 4 – аеротенк; 5 – вторинний відстійник; 6 – насосна станція; 7 – пісковий майданчик; 8 – муловий майданчик[9].

Попередньо очищені води з вторинних відстійників випускаються до міської каналізації. Надлишковий мул направляється на мулові майданчики. Дана схема очищення потребує модернізації та підвищення рівня очистки стічної води до рівнів забруднень, допустимих для скиду безпосередньо до річки[9].

Друга можлива схема очистки стічних вод заводу безалкогольних напоїв представлена на рисунку 1.2.2[9].

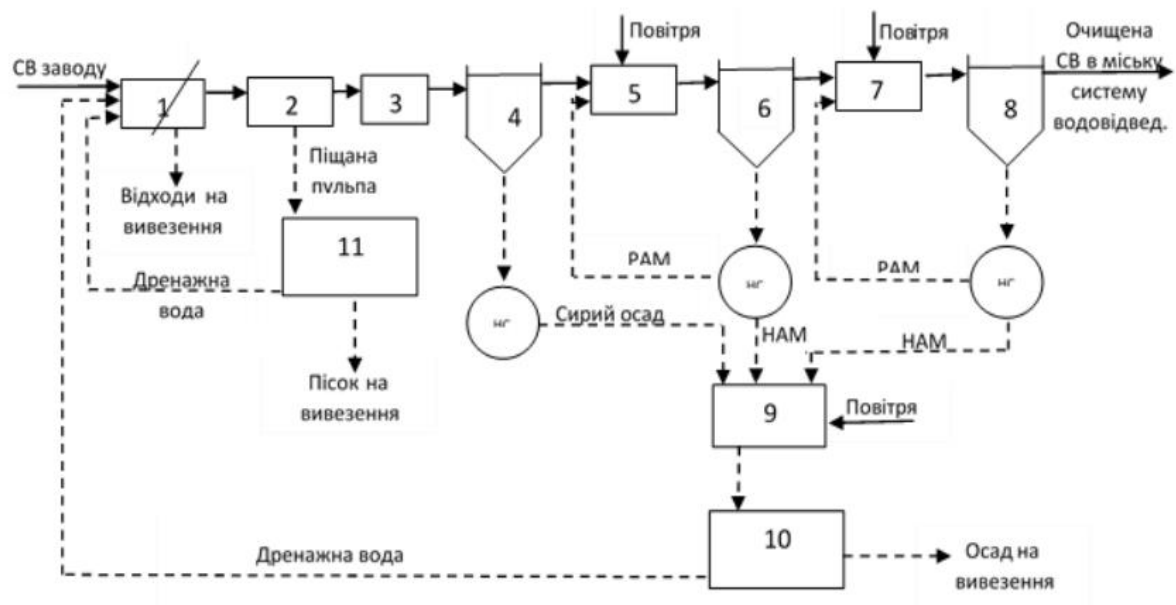


Рисунок 1.2.2. Схема біологічного очищення виробничих стічних вод з використанням двоступінчастих аеротенків:

1-механічні решітки; 2-пісковловлювач; 3-усереднювач; 4-первинний відстійник; 5-аеротенк I ступеня (змішувач); 6-вторинний відстійник; 7-аеротенк II ступеня (витиснювач); 8-третинний відстійник; 9-аеробний стабілізатор; 10-муловий майданчик; 11-пісковий майданчик; НС-насосна станція[9].

Дана технологія заснована на використанні двоступінчастих аеротенків. Така технологія є ефективною при необхідності видалення висококонцентрованих органічних забруднень. Даний процес проходить в умовах присутності кисню. Культивування мікроорганізмів можливе у вигляді біоплівки або активного мулу[10].

Технологія складається з наступних стадій. Стічна вода подається на решітки-дробарки (1), де відбувається подрібнення габаритних відходів, після чого суміш надходить до пісколовок (2), де видаляється пісок і частинки, схожі на нього за розмірами. Відділені забруднення поступають на піскові майданчики (11) та підлягають вивезенню. Стічна вода, звільнена від механічних забрудників подається до усереднювача (3), де концентрація забруднень вирівнюється. Наступною стадією є первинне відстоювання у первинних відстійниках (4), осад з яких подається на подальшу переробку у аеробному стабілізаторі (9). Далі вода у аероттенку-змішувачі (5) перемішується з масою мулової суміші. Отримана суміш надходить до вторинного відстійника (6), де мул відділяється від води і надлишковий мул подається до аеробного стабілізатора для обробки. Наступна стадія – обробка у аеротенку-витиснювачі (7), після чого третинне відстоювання у третинному відстійнику (8). Очищена вода зливається до міської каналізації. Дана технологія є досить ефективною (видалення завислих речовин 90%, загального азоту 99%, а показник очищення БСК – 95%), але її недоліком є недостатнє вилучення нітратів[9].

Необхідно віднайти таке технологічне рішення, що дозволить провести очистку стічних вод заводу безалкогольних напоїв найбільш ефективно. З характеристик, наведених у таблиці 1.1, робимо висновок, що для даного випадку найбільш оптимальним рішенням буде вибір аеробного способу очистки, оскільки ХСК стічної води є досить низьким у порівнянні з заявленим для використання анаеробного способу очистки – 598 мг/дм³. Надлишковий мул, що утвориться у процесі очистки може бути використаний у якості добрив. Але, оскільки у воді присутні досить високі концентрації азоту, необхідним буде також його попереднє видалення за допомогою анаеробної денітрифікації. Таким чином можливо досягнути максимально ефективної очистки води. Схема очистки, запропонована для у даному випадку представлена на рис. 1.2.3

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						14
Змн.	Дрк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки у січній воді міститься велика кількість завислих речовин, необхідно на початку очищувальної лінії встановити споруди механічної очистки.

Вода поступає на механізовані решітки типу РМУ для відділення грубо дисперсних забруднюючих частинок. На решітці затримуються частинки, що є більшими ніж отвори у ній, що мають ширину 16 мм. Очищена таким чином вода потрапляє на наступний етап очистки, а відходи, затримані на решітці, підлягають утилізації.

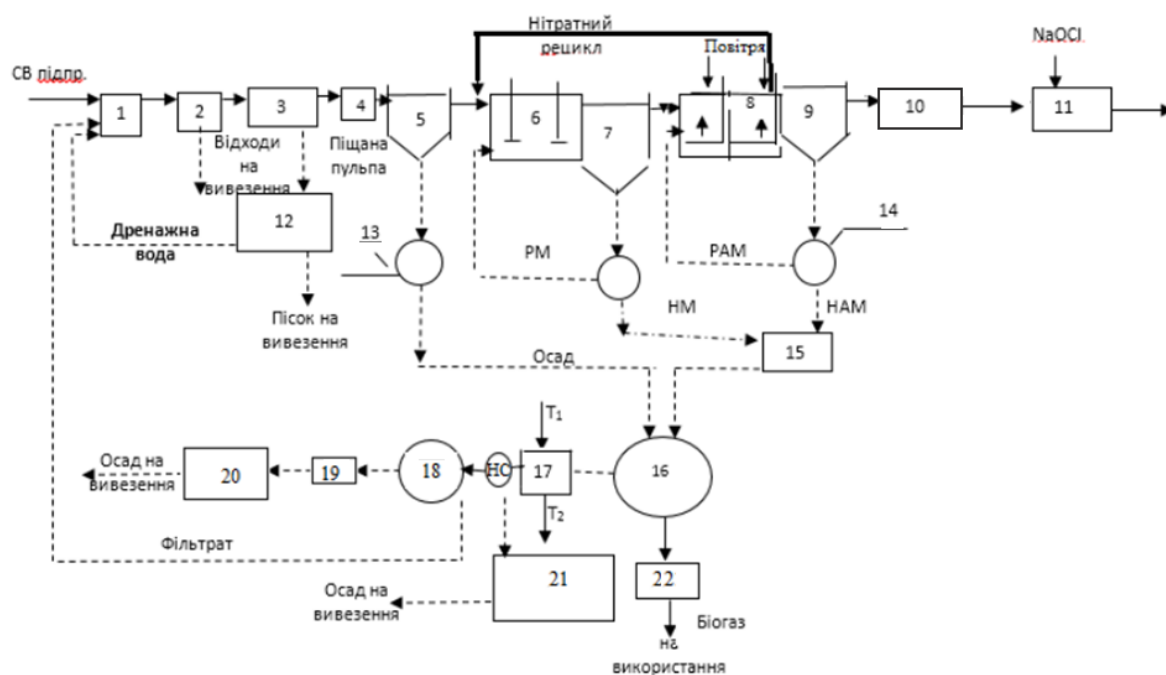


Рис. 1.2.3 Схема технології біологічного очищення стічних вод заводу безалкогольних напоїв:

- 1 – приймальна камера; 2 – решітки; 3 – пісковловлювач; 4 – усереднювач;
 5 – первинний відстійник; 6 – денітрифікатор; 7 – вторинний відстійник;
 8 – аеротенк; 9 – третинний відстійник; 10 – біологічні ставки;
 11 – контактний резервуар; 12 – піскові майданчики; 13 – насосна станція для перекачування осаду; 14 – муловий насос; 15 – мулоушільнювач;
 16 – метантенк; 17 – камера дегельмінтизації; 18 – мулоушільнювач;
 19 – камера промивки осаду; 20 – вакуум-фільтр; 21 – аварійні мулові майданчики; 22 – газгольдер

На пісковловлювачі відбувається видалення більш дрібних нерозчинних частинок – піщинки, шлак тощо – що мають розмір від 0,25 мм. Також на цьому етапі відбуваються осадження речовин органічного походження, що мають гідравлічну крупність схожу до піску. Кількість органічних речовин у затриманій масі може становити 15-20%. Пісковловлювачі бувають горизонтальні, де вода рухається прямо або по колу; вертикальні, по яких вода рухається прямо до гори; аераційні і тангенціальні з гвинтовим рухом води [7]. Оскільки вертикальні пісковловлювачі не є ефективними, а тангенціальні застосовують при витратах води до 50000 м³/д, обираємо горизонтальний пісковловлювач з прямим рухом води. Пісок, виділений на пісковловлювачах піддається висушуванню на спеціальних піскових майданчиках та утилізується належним чином.

Звільнена від піску вода подається до первинного відстійника, що необхідний для осадження завислих речовин під дією гравітаційних сил. Відстійники можуть бути горизонтальні, вертикальні та радіальні. У даному проекті у якості первинних та вторинних відстійників прийнято відстійники радіального типу з центральною подачею води. Осад з відстійників також підлягає утилізації.

Після пісковловлювача вода подається на денітрифікатор, де відбувається перетворення нітратів на вільний азот, що виділяється у атмосферу. Для проходження процесу необхідна наявність у воді органічних речовин, тому необхідно передбачити наявність зони денітрифікації та зону аерації для повного окиснення органічних речовин. Денітрифікатор необхідно обладнати перемішуючим пристроєм для уникнення осідання пластівців активного мулу.

Наступним кроком буде подача води до аеротанка-витиснювача для аеробної біологічної обробки за допомогою мікроорганізмів. Після аеротенку вода подається на третинне відстоювання, де відділяється мул. Далі вода направляється на біологічні ставки для доочистки.

Осад з відстійників подається на зброджування у метантенку. У ньому відбувається розкладання від 40 до 60% органічних речовин, велика частина

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						16
Змн.	Дрк.	№ докум.	Підпис	Дата		

яких переходить у газ [11]. Газ надходить до газгольдерів. Мул ущільнюють, видаляють та направляють на подальшу обробку. Зневоднюють мул за допомогою вакуум-фільтрів [12]. Осад відправляється на мулові майданчики, а дренажна вода рециркулюється для очистки.

Очищена вода подається до контактного резервуару, де дезінфікується за допомогою гіпохлориту натрію. Знезаражену воду скидають до річки.

1.3 Характеристика біологічного агента

Активний мул аеротенка – складна екосистема, до якої входить велика кількість мікроорганізмів. На 70% він складається з живих організмів, на 30% - з твердих неорганічних часток. Основною частиною, як за масою, так і за вкладом у процес очистки, є бактерії, що утворюють зооглеї – пластівцеподібні скупчення. Також можуть бути присутні нитчасті бактерії, гіфи водяних грибів, дріжджі, безбарвні джгутиконосці, саркодові та інфузорії. При подовженій аерації у мулі з'являються коловертки, водяні черви, а також іноді можна знайти інших багатоклітинних безхребетних[13].

Для представників активного мулу характерний гетеротрофний спосіб живлення. Оскільки у аеротенку майже відсутнє світло через товщу активного мулу, то автотрофні організми не мають достатньої можливості для розвитку. Мікроорганізми харчуються, поглинаючи органічні рештки з водного середовища [13].

Процес очищення води базується саме на здатності мікроорганізмів активного мулу використовувати речовини, розчинені у ній, як джерело живлення. Мікроорганізми перетворюють забрудники у простіші і безпечніші сполуки, такі як H_2O , CO_2 , NO_3^- , SO_4^{2-} та інші [14].

Оскільки у аеротенку, на відміну від природної водойми, відбувається постійне подавання забрудненої води, індикаторні організми забрудненої та очищеної води змішуються. До того ж, у таких умовах виживають лише спеціально пристосовані мікроорганізми. У активному мулі, що використовується для очистки побутових стічних вод, міститься більше різноманітних організмів, ніж у такому, що застосовується для очистки

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						17
Змн.	Дрк.	№ докум.	Підпис	Дата		

промислових стоків, оскільки в останньому випадку у воді часто присутні токсичні речовини[15].

Pseudomonadiales. Представники порядку становлять 50-80% бактерій мікробних біоценозів, що застосовуються при очистці промислових стоків вод. До нього відносять бактерії, що окислюють нітрити (*Nitrosomonas*), молекулярний водень (*Hydrogenomonas*), відновлені сполуки сірки (*Sulfomonas*, *Thiobacillus*) [15].

Sulfomonas поділяються на хемолітотрофів і хемоорганотрофів. Вони здатні окислювати сполуки сірки (S , H_2S , $S_2O_3^{2-}$), а також використовувати органічні сполуки в якості джерел вуглецевого харчування[15].

Hydrogenomonas добре ростуть на ароматичних і гетероциклічних сполуках, аліфатичних карбонових кислотах. Водневі бактерії належать до міксотрофів і використовують неорганічні (H_2 , CO_2) і органічні субстрати для відновного синтезу. У цих бактерій запасною речовиною служить полі- β -оксимасляна кислота, яка у клітинному обміні є джерелом вуглецю[15].

У промислових стоках можна зустріти близько 80 представників роду *Bacterium*. Найчастіше зустрічаються бактерії, що засвоюють феноли (*Bact. Jophagum*, *Bact. Cycloclastes*). Серед них багато з ауксотрофним типом живлення[15].

З групи амоніфікаторів в стічних водах зустрічаються *Bact. mycoides*. Термофільні представники *Bact. mycoides* відносять до факультативних анаеробів. Багато бактерій-амоніфікаторів відновлюють нітрати до нітритів і газоподібного азоту. Нітрифікуючі бактерії належать до родів *Bacterium*, *Pseudobacterium*. Зв'язування атмосферного азоту має вагомий роль в процесах біохімічного очищення представниками роду *Azotobacter*[15].

Thiobacterium і *Thiothrix* окислюють сульфідів, тіосульфатів, сірководень. *Thiobact. Aenitrificans* відновлюють нітрати, застосовуючи при цьому енергію, одержану при окисленні сполук сірки[15].

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						18
Змн.	Дрк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Corynebacterium, Arthrobacter. Окислюють карбонові кислоти і аліфатичні довголанцюгові вуглеводні. *Arthrobacter* переважає в групах мікроаерофільних аеробів і мезофілов - окисників жирних кислот[15].

Actinomyces, Nocardia, Streptomyces. Актиноміцети відрізняються здатністю до розщеплення парафінових і ароматичних вуглеводнів. Проактиноміцети (рід *Nocardia*) окислюють ненасичені і насичені вуглеводні. Вони утворюють міцелій, який розпадається на паличкоподібні клітини[15].

Bacillus переважають серед мікроаерофільних і факультативно анаеробних форм. В біоценозах, що окислюють аліфатичні вуглеводні, кількість бацил складає 5-20% мікробного населення аеротенків [16].

Найпростіші мікроорганізми. Допмагають регулювати кількість бактерій в активному мулі, підтримуючи його на необхідному рівні; сприяють осадженню мулу, поглинаючи завислі речовини, підтримують динамічну рівновагу екосистеми, освітлюють очищену стічну воду[17].

Саркодові: Амеба *Sarcodina*. Свідчать про незадовільну роботу очисних споруд. *Ameba limax* стійкі до високих значень БСК та нестачі кисню[17].

Інфузорії джгутикові. *Mastigophora* зменшує кількість бактеріальних клітин та пришвидшує мікробіологічні процеси[17].

Війчасті інфузорії *Ciliata*. Переважання війчастих інфузорій свідчить про задовільну роботу біологічних окисників[17].

Сисні інфузорії. *Suctoria*. Показник глибокого очищення та нітрифікації[17].

Безбарвні жгутикові інфузорії. *Mastigophora (Flagellata)*. *Bodo, Oicomonas*. Переважання безбарвних джгутикових інфузорій в активних мулах характеризує погану роботу очисних споруд[17].

Вільноплаваючі інфузорії (великі форми). Стійкі до нестачі кисню, поганого перемішування мулу, його покладів і гниття[17].

Прикріплені інфузорії. Чутливі до нестачі кисню, перевантажень, поганого перемішування мулової суміші і впливу токсичних речовин, показники хорошої якості очищення[17].

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						19
Змн.	Дрк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коловертки *Rotatoria*. Присутність коловерток є показником забезпеченості активного мулу киснем. Широка екологічна пластичність, окремі види стійкі до різких коливань рН[17].

Коловертки хижі характеризують високу якість очищення, розвинений процес нітрифікації, достатні аераційні умови, задовільну мінералізацію мулу[15].

Деякі види нематод не чутливі до нестачі кисню в муловій суміші, показники мінералізації пластівців мулу, при згущенні і переущільненні котрих нематоди можуть значно збільшувати свою чисельність [15,17].

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						20
Змн.	Док.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

2.1 Схема перебігу процесів біологічного очищення

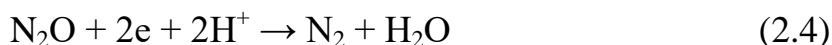
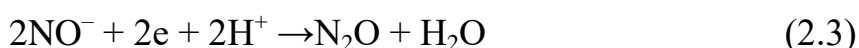
Для ефективного очищення стічних вод заводу безалкогольних напоїв необхідно видалити органічний вуглець, нітрати, окислити амонійний азот та видалити розчинений азот, оскільки його надмірна кількість у водоймі може стати причиною втрати кисню [18].

За запропонованою схемою очистки перед подачею води до аеротенку відбувається денітрифікація. Під час цього процесу відбувається відновлення NO_3^- або NO_2^- до N_2 . Його суть полягає у синтезі АТФ у безкисневих умовах. NO_3^- та NO_2^- у цьому випадку виступають у якості акцепторів електронів у дихальному ланцюзі[19].

Процес денітрифікації проходить у 4 відновлювальні етапи, кожен з яких має у якості каталізатора специфічну мембранозв'язану редуктазу. Нітратредуктази усіх денітрифікаторів містять Мо- FeS- білки і каталізують відновлення нітрату до нітриту[19]:



Нітратредуктази пов'язані з дихальним ланцюгом на рівні цитохрому b. Нітратредуктази акцептують електрони на рівні цитохрому c [19]:



З біохімічної точки зору процеси, що відбуваються у аеротенку, можна поділити на дві стадії[19]:

1. Адсорбція поверхнею пластівців активного мулу речовин органічної природи та мінералізація легкоокиснюваних речовин при інтенсивному споживанні кисню.

2. Доокиснення важкоокиснюваних органічних речовин, регенерація активного мулу. На цій стадії кисень поглинається з меншою інтенсивністю.

					ЕКБ.БЕ6113.ДП		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Кутарланава Н.Д.			Розділ 2. Біохімічні основи технологічного процесу	Стадія	Арк.
Конс.		Козар М.Ю.					
						21	62
Керів.		Козар М.Ю.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ	
Затверд.							

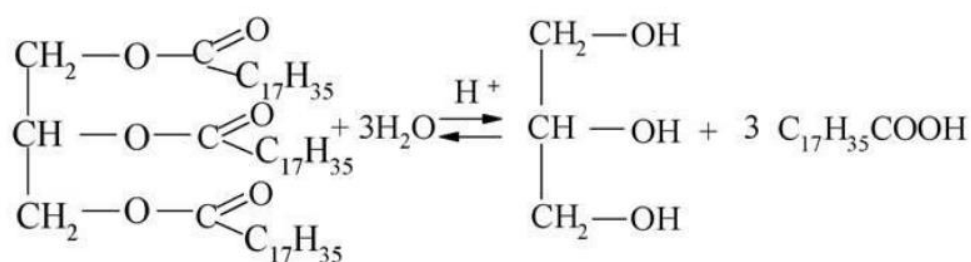
Після надходження забрудненої води до аеротенку відбувається процес вилучення забруднень з води. Його умовно можна поділити на три стадії:

1. Масопередача органічних речовин із рідини до поверхні клітини, біосорбція пластівцями активного мулу.
2. Гідроліз органічних забруднень з утворенням речовин, що здатні дифундувати крізь напівпроникні мембрани, з подальшою їх дифузією.
3. Перетворення поглинутих продуктів з синтезом клітинної речовини та виділенням енергії.

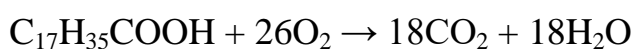
Ці три процеси і складають процес вилучення забруднень зі стічних вод. Третя стадія переносу органічних речовин, тобто їх метаболізм всередині клітини, починається одночасно з першою стадією, оскільки у клітині процеси йдуть значно повільніше, ніж за її межами. Для пришвидшення цього процесу суміш стічних вод та активного мулу необхідно постійно аерувати [20].

Біохімічному розкладу піддаються жири, вуглеводи та органічні кислоти[21].

Окиснення жирів. Їх розклад розпочинається з гідролізу, що каталізується ліпазою, що виділяється пігментними бактеріями, актиноміцетами, грибами родів *Aspergillus* і *Penicillium*. Як результат виходять гліцерин та вищі жирні кислоти [21].

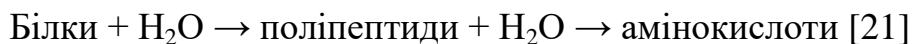


Гліцерин та жирні кислоти окиснюються до діоксиду вуглецю та води:



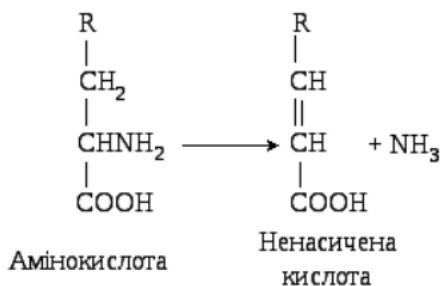
Окиснення органічних речовин, що містять азот. Білки можуть піддаватися гідролізу завдяки екзоферментам деяких груп мікроорганізмів.

Таким чином утворюються сполуки меншої молекулярної маси, що здатні проникнути через клітинну оболонку:

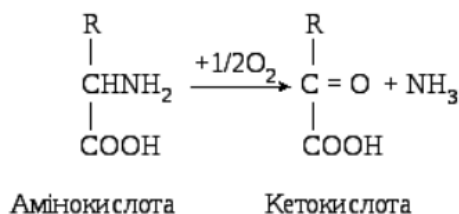


Утворені амінокислоти під дією інших мікроорганізмів, що виділяють трансаміназу, дезамінуються. Існує декілька можливих варіантів дезамінування:

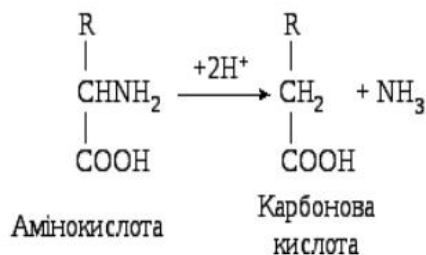
- пряме:



- окиснювальне:



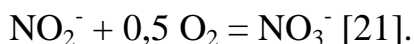
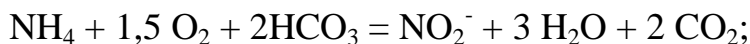
- відновне:



Кінцеве окиснення білкових сполук за допомогою мікроорганізмів *Bacterium fluorescens*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus mycoides* призводить до утворення аміаку, діоксиду вуглецю та води[21].

Також у аеротенку відбувається процес нітрифікації – біологічного окиснення амонію до нітритів з наступним окисненням до нітратів. Перша стадія (так звана нітритація) відбувається за участі бактерій та архей-окисників амонію. Серед них найпоширеніші *Nitrosomonas* та *Nitrosococcus*. Друга стадія

(нітратація) включає дію бактерій-окисників ніриту, представниками яких є роди *Nitrobacter* та *Nitrospira*. Описані процеси мають такий вигляд:



2.2 Характеристика очищеної стічної води

Кінцевим продуктом очитки стічних вод заводу безалкогольних напоїв, а саме квасу та комбучі, є очищена стічна вода, що відповідає нормам якості водойм та водотоків господарсько-питного призначення (І категорія).

Необхідний ступінь очищення розраховується за методом Фролова-Родзілера.

У розрахунковому створі за течією річки на 1 км від найближчого пункту водокористування мають бути забезпечені такі показники якості:

- ЗР не більше 0,25 мг/дм³;
- БСК не перевищує 15 мг О₂/дм³ при температурі 20°С;
- розчинений кисень не більше 4 мг О₂/дм³ (у ліній період);
- ПАР не більше 0,5 мг/дм³.

Основні фізико-хімічні показники очищеної стічної води мають відповідати нормам гранично допустимого скиду (ГДС). Акі норми наведені у таблиці 2.2.1 [17].

Таблиця 2.2.1

Норми гранично допустимого скиду до природної водойми [17]

№ п/п	Показник	Одиниця виміру	Значення ГДС
1.	Водневий показник	рН	6,5-8,5
2.	Завислі речовини	Мг/дм ³	22,9
3.	БСК повне	Мг О ₂ /дм ³	6,5
4.	ХСК	Мг О ₂ /дм ³	35,0
5.	Азот амонійний	Мг/дм ³	2,0
6.	Азот нітратний	Мг/дм ³	9,1
7.	Азот нітритний	Мг/дм ³	0,15

8.	Фосфати (PO ₄ ³⁻)	Мг/дм ³	7,17
9.	Залізо загальне	Мг/дм ³	0,1
10.	Нафтопродукти	Мг/дм ³	2,0
11.	Хлориди	Мг/дм ³	300,0
12.	Сульфати	Мг/дм ³	130,0
13.	Мінералізація	Мг/дм ³	1000,0

					ЕКБ.БЕ61213ДП	Арк.
						25
Змн.	Док.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Сировина та матеріали

У таблиці 3.1 представлені матеріали, необхідні для технологічного процесу.

Таблиця 3.1

Характеристика сировини, матеріалів, напівпродуктів

Найменування	Категорія і номер НТД відповідно до якого перевіряється сировина	Показники, що обов'язкові для перевірки та їх нормативне значення	При-мітка
1. Основна сировина:			
Неочищена стічна вода	ДБН В.2.5-75:2013; СанПиН 4630-88	Витрата стічних вод – 15 000 м ³ /добу; ХСК – 598 мг/дм ³ ; БСК – 400 мг/дм ³ ; С _{ЗР} – 250 мг/дм ³ ; Нітрати – 40 мг/дм ³ ; Азот амонійний – 40 мг/дм ³ .	
2. Допоміжна сировина:			
2.1 Вода водопровідна	ГОСТ 2874-82	Кольоровість, каламутність, смак, рН, жорсткість, вміст м/о і бактерій	
2.2 Сіль кухонна	ДСТУ 4246:2003	Білі кристали, солоні на смак.	
3. Напівпродукти:			
Осад	СанПіН 2.1.7.573-96	рН – 5,5-8,5 Яйця гельмінтів відсутні Патогенні ентеробактерії відсутні	

3.2 Опис технологічного процесу

ДР 1. Підготовка повітря для аерації

ДР 1.1 Забір повітря з атмосфери

					ЕКБ.БЕ6113.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кутарланова Н.Д.			Розділ 3. Технологічна частина	Стадія	Арк.	Аркушів
Конс.		Козар М.Ю.						
							26	62
Керів.		Козар М.Ю.				КПІ ім. Ізгоря Сікорського,ФБТ		
Затверд.								

Виносними трубами з-поза меж повітродувної станції здійснюється забір повітря з атмосфери з точкою забору 4 м вище рівня землі при мінімальній температурі -20 °С та максимальній температурі +45°С. Повітря направляється на ДР 1.2.

ДР 1.2 Фільтрування повітря

Повітря з ДР 1.1 проходить через волокнистий фільтр, що затримує пил та волокнисті частинки. Проводиться контроль ефективності очищення. У якості фільтрувального матеріалу застосовується тканина Петрянова з діаметром пор 1,5 мкм та ефективністю очищення 98%. Очищене повітря направляється на ДР 1.3.

ДР 1.3 Компресування повітря

Для компресування повітря з ДР 1.2 застосовуються повітродувки продуктивністю 2-190 м³/хв. Повітря стискають до 2,5 кПа. Проводиться щогодинний технологічний контроль тиску за допомогою технічного манометра. Повітря подається до стадії ТП 5..

ДР 2. Приготування розчину гіпохлориту натрію

Розчин гіпохлориту натрію готують наступним чином: поварену сіль розчиняють у воді при використанні мішалки. Розчин солі накопичують, після чого за допомогою електролізера пропускають електричний струм через розчин та проводять електроліз. Розчин накопичують у спеціальній камері. На стадії здійснюють технологічний контроль продуктивності електролізера по іону гіпохлориту 5 кг/добу, струмового навантаження 60 А, робочої напруги 40 В, концентрації гіпохлориту 7 г/л, часу електролізу 14 год. Розчин може зберігатися протягом декількох днів. Концентрація іону гіпохлориту у розчинні має бути в межах 15-20 мг/дм³. Розчин направляють до ТП 7.

ТП 3. Приймальний резервуар

Забруднені стічні води надходять до спеціального приймального резервуару, звідки направляються на ТП 4.

ТП 4. Механічне очищення стічних вод

ТП 4.1 Очищення стічних вод на решітках-дробарках

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						27
Змн.	Док.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стічні води з ТП 3 пропускають через механічні решітки-дробарки з отворами 16 мм для видалення механічних забруднень великих розмірів. Затримане сміття подрібнюється та направляється на утилізацію. Проводять контроль пропускної здатності решіток. Швидкість потоку рідини до 0,8-1,0 м/с. Періодичність вивантаження 0,5 години. Пропускна здатність – до 85000 м³/добу. Вода подається до ТП 4.2.

ТП 4.2 Очищення на пісковловлювачах

Вода з ТП 4.1 подається на пісковловлювачі. У даній технології застосовуються два горизонтальних пісковловлювача з робочим рівнем рідини 1,2-1,4 м. Оптимальна швидкість руху води в горизонтальних пісколовках 0,15-0,3 м/с, гідравлічна крупність затриманого піску складає 18,7-24,2 м/с, на виході з пісколовок кожна секція обладнана гідравлічним затвором. Для видалення піску секції пісколовок обладнані скребковим механізмом, за допомогою якого пісок згрібається з днища та підводиться до бункера, що розташований на початку секції. Видалення піску із бункера здійснюється періодично (двічі на добу) гідроелеватором. Насосна станція пісколовок, в якій встановлено 2 насоси марки Д200/95 забезпечує гідроелеватор робочою водою із відповідного каналу після вторинних відстійників. Піскова пульпа видаляється на піскові майданчики, які являють собою дреназовані обваловані ділянки. Вони розташовуються близько до пісколовок. Дренажна вода з піскових майданчиків перекачується насосами в голову очисної споруди. Очищена подає направляється на усереднення ТП 4.3.

ТП 4.3 Первинне відстоювання

Усереднені стічні води з ТП 4.2 після решіток і піскоуловлювачів містять у значній кількості завислі речовини - нерозчинні грубодисперсні домішки з густиною, відмінною від густини води, які знаходяться у завислому і плаваючому стані. Для запобігання підвищеному приросту активного мулу в аеротенках концентрація завислих речовин в стічних водах перед цією спорудою не повинна перевищувати 100-150 мг/л. Проводиться технічний

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						28
Змн.	Док.	№ докум.	Підпис	Дата		

контроль рівня завислих речовин на вході та на виході з відстійника. Відстояна вода подається на ТП 5.

ТП 5. Біологічне очищення

ТП 5.1. Денітрифікація

У ході анаеробного процесу відбувається перетворення сполук азоту з води у атмосферний азот. На денітрифікацію подається вода з ТП 4.3 та рециркуляційний мул з вторинного відстійника ТП 5.2. Завислий стан мулових частинок забезпечується за допомогою трилопатевих мішалок. Проводиться технічний контроль таких показників як рН (6,5-8,5) та температура (18-20 °С). Час перебування мулової суміші у денітрифікаторі складає 3 години, після чого вода подається до вторинного відстійника ТП 5.2.

ТП 5.2. Вторинне відстоювання

З ТП 5.1 вода з часточками завислого активного мулу поступає до розподільного каналу вторинних відстійників, а потім на розподільну чашу кожної групи відстійників і через водозлив з широким порогом у радіальні відстійники. Очищена вода рівномірно переливається через водозлив і по відвідному кільцевому лотку надходить у переливну кишеню та по трубопроводу - у відвідний канал. Відбувається осадження активного мулу, який повертається до денітрифікатора на ТП 5.1. Надлишковий мул направляється на ущільнення та стабілізацію ПВ 8.1. На даному етапі проводиться технологічний контроль. Очищена вода направляється до ТП 5.3.

ТП 5.3. Очищення в аеротенку

У аеротенк вода подається самопливно з ТП 5.2. У аеротенку проводиться повне біологічне очищення води від органічних речовин. Поглинання органічних речовин відбувається за участі мікроорганізмів активного мулу. Для аерації та перемішування суміші води та активного мулу у аеротенк подається повітря з ДР 1.3. Проводиться технічний контроль інтенсивності аерації, рН, доза активного мулу, гідробіологічні показники. Вода подається до ТП 5.4.

ТП 5.4. Третинне відстоювання

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						29
Змн.	Док.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вода з ТП 5.3 подається до відстійника для освітлення та звільнення від активного мулу. Надлишковий активний мул видаляється на ущільнення на ПВ 7.1, а рециркуляційний активний мул повертається на ТП 5.3.

ТП 6. Доочищення у біологічних ставках

Стічна вода з ТП 5.4 доводиться до допустимих рівнів забруднень у біологічних ставках. У теплу пору року БСК_{повн} знижується до 5-6 мг/л, у холодну – до 3-4 мг/л. Доочищена вода подається до ТП 7 на знезараження.

ТП 7. Знезаражування очищеної води гіпохлоритом натрію

Вода з ТП 5.4 подається на знезараження. Проводиться знищення патогенних організмів гіпохлоритом натрію з ДР 2. С(активного хлору)=3 мг/м. Знезаражуючих резервуарів обирають не менше ніж два. Дезінфекція проходить протягом 30 хвилин. Проводиться мікробіологічний контроль за допомогою відбору проб. Очищена вода відводиться до водойми.

ПВ 8. Обробка осадів

ПВ 8.1 Ущільнення осаду

Осад з ТП 5.2 і ТП 5.4 подається на ущільнення. Вологість мулу знижується до 96-97%. Мул осідає на дно під дією сили тяжіння і видаляється муловідсмоктувачем. Час ущільнення 4 години. Мулова вода відкачується насосом і подається на ТП 5.1.

ПВ 8.2. Анаеробне зброджування у метантенках

Осад з ПВ 8.1 подається на зброджування. Процес здійснюється у анаеробних умовах. Органічні речовини розкладаються до кінцевих продуктів. У верхній частині метантенка утворюється біогаз, що збирається у газгольдері. Проводиться технічний та хімічний контроль. Вміст біогазу у метантенку регулюється спеціальним пристроєм. Тиск у метантенку не має перевищувати 50 мбар.

ПВ 8.3. Дегельмінтизація

Осад з ПВ 8.2 проходить процес знезараження термічним способом за допомогою пари. Процес триває протягом 20 хвилин при температурі 65 °С.

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						30
Змн.	Док.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином знищуються яйця гельмінтів. У разі необхідності 20% осадів подають на аварійні майданчики на ЗВ10.

ПВ 8.4 Промивка осаду

Осад промивається технічною водою протягом 30 хвилин у камері для промивки осаду.

ПВ 8.5 Ущільнення осаду

Осад ущільнюється протягом 12-18 годин у мулоущільнювачі. Мулова вода направляється на ТП 4.1.

ПВ 8.6 Зневоднення осаду

Осад зневоднюється у вакуум-фільтрі. Вміст води знижується до 60-70% при робочому тиску 0,16 Мпа. Здійснюється технічний контроль вологості осаду та тиску. Осад направляється на майданчики для збереження, фільтрат направляється на стадію ТП 4.1.

ЗВ 9 Зневоднення осаду з пісковловлювачів

З ТП 4.2 на піскові майданчики подається піщана пульпа на зневоднення. Дренажна вода подається на ТП 4.1, пісок вивозять.

ЗВ 10 Підсушування осаду на аварійних мулових майданчиках

З ПВ 8.3 у разі необхідності подають 20% осадів на аварійні майданчики, де вони підсушуються. Вода подається на ТП 5.1, осад вивозять.

ЗВ 11. Збір газу у газгольдері

Газ із метантенку з ПВ 8.2 накопичується у мокрих газгольдерах. На стадії виконується технологічний контроль тиску за допомогою манометра.

3.3 Контроль виробництва

Для отримання кінцевого продукту – очищеної води – що відповідає усім нормам, необхідно на кожному етапі очистки проводити забір проб та перевірку якості очистки, відповідної для певної стадії. Точки і параметри контролю виробництва наведені в таблиці 3.3.

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						31
Змн.	Авк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3

Точки і параметри контролю очищення стічних вод

№	Назва стадії процесу, місце заміру параметра або відбору проби	Параметр, що контролюється	Частота контролю	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення	Методи контролю	Метод контролю параметра, тип приладу
1	2	3	4	5	6	7
1	Стічна вода від заводу безалкогольних напоїв	Витрати стічних вод, м ³ /добу	1 раз на добу	15000 $\delta = \pm 3\%$	K _т	Акустичний витратомір ЕХО-Р-02
		pH	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньо-добова проба)	6,5-8,5 $\delta = \pm 0,05$	K _х	Іономір лабораторний І-160. Клас точності 3
		Масова концентрація завислих речовин, мг/дм ³	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньо-добова проба)	250 $\delta = \pm 10\%$	K _х	КНД 211.1.4.039-95
		ХСК, мг/дм ³	2 рази на тиждень	598 $\delta = \pm (15-30)\%$	K _х	КНД 211.1.4.021-95
		БСКп, мг/дм ³	2 рази на тиждень	400 $\delta = \pm 10\%$	K _х	КНД 211.1.4.024-95
		Масова концентрація амонійного азоту, мг/дм ³	1 раз в денну зміну	40 $\delta = \pm (9-20)\%$	K _х	КНД 211.1.4.0 95-30
		Масова концентрація нітратів, мг/дм ³	1 раз на день	40 $\delta = \pm (20-75)\%$	K _х	Концентратомір КВЧ 5М

Продовження табл. 3.3

1	2	3	4	5	6	7
		Масова концентрація сульфатів, мг/дм ³	1 раз на день	204,7 $\delta = \pm 10\%$	K _x	Концентратомір КВЧ 5М
		Масова концентрація хлоридів, мг/дм ³	1 раз на день	290,5 $\delta = \pm 10\%$	K _x	Концентратомір КВЧ 5М
2	Підготовка аераційного повітря	Робочий тиск нагнітання в повітродувці, МПа	1 раз за годину	0,163 $\delta = \pm 2,5\%$	K _T	Манометр ОБМ1-100 Межа вимірювання 0-1 Клас точності 2,5
3	Підготовка розчину гіпохлориту натрію	Масова концентрація поваренної солі, г/дм ³	1 раз за годину	3 $\delta = \pm (10-15)\%$	K _x	Концентратомір КОХ-1
4	Очищення на піскоуловлювачах	Масова концентрація піску та мінеральних домішок на вході, мг/дм ³	1 раз на добу	2,2 $\delta = \pm 5\%$	K _x	КНД 211.1.4.045-95
		Масова концентрація піску та мінеральних домішок на виході, мг/дм ³	1 раз на добу	0,8 $\delta = \pm 5\%$	K _x	КНД 211.1.4.045-95

Продовження табл. 3.3

1	2	3	4	5	6	7
5	Первинне відстоювання	Масова концентрація завислих речовин на вході, мг/дм ³	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	400 $\delta = \pm 10\%$	K _x	КНД 211.1.4.039-95
		Масова концентрація завислих речовин на виході, мг/дм ³	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	250 $\delta = \pm 10\%$	K _x	КНД 211.1.4.039-95
6	Біологічне очищення в денітрифікаторі	Доза активного мулу, г/дм ³	3 рази на тиждень	85	K _T	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		Температура, °C	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	18-20 $\Delta = \pm 0,1\%$	K _T	МВВ № 081/12-0311-06 Термометр ц.п. 0,1C
		pH	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	6,5-8,5 $\delta = \pm 0,1$	K _x	МВВ № 081/12-0317-06 Іономір лабораторний І-160
7	Вторинне відстоювання	Вологість надлишкового активного мулу, %	3 рази на тиждень	99,0-99,7	K _T	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		Ступінь рециркуляції	4 рази на тиждень	0,27	K _T	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7
8	Аеробне очищення і нітрифікація в аеротенку	Приріст активного мулу, мг/дм ³	3 рази на день	151	K _T	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		Температура, °C	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	18-20 $\Delta = \pm 0,1\%$	K _T	МВВ № 081/12-0311-06 Термометр ц.п. 0,1C
		pH	Кожні 2 години і 1 раз на добу	6,5-8,5 $\delta = \pm 0,1$	K _x	МВВ № 081/12-0317-06
		Доза активного мулу, г/дм ³	3 рази на тиждень	3	K _T	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
9	Третинне відстоювання	Вологість надлишкового активного мулу, %	3 рази на тиждень	99,2-99,7	K _T	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		Ступінь рециркуляції	4 рази на тиждень	1,8	K _T	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
10	Знезараження очищеної води	Доза активного хлору, мг/дм ³	1 раз на добу	3	K _T	Дозатор-витратомір 8010
11	Очищені стічні води заводу	БСК _п , мг/дм ³	2 рази на тиждень	15 $\Delta = \pm(2,4-40)\%$	K _x	КНД 211.1.4.024-95
		ХСК, мг/дм ³	2 рази на тиждень	30 $\delta = \pm(15-30)\%$	K _x	КНД 211.1.4.021-95

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7
12	Ущільнення осаду	Вологість осаду, %	1 раз на тиждень	97,2	К _Т	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
13	Анаеробне зброджування осаду	Вологість осаду, %	1 раз на тиждень	96,7	К _Т	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
14	Ущільнення осаду	Вологість осаду, %	1 раз на тиждень	96	К _Т	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
15	Зневоднення на вакуум-фільтрі	Вологість осаду, %	1 раз на тиждень	65	К _Т	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд

3.4 Матеріальний баланс

У ході очистки використовують гіпохлорит натрію. У процесі очистки утворюється осад. У таблиці 3.4 представлені надходження і витрати матеріальних ресурсів.

Таблиця 3.4

Матеріальний баланс виробництва

Використано				Отримано			
Стадія	Назва сировини	Кількість		Стадія	Назва сировини	Кількість	
		кг	м ³			кг	м ³
1	2	3	4	5	6	7	8
ТП4.2	Неочищена стічна вода		15000	ТП4.2	Неочищена стічна вода		14998
					Вода з піском		2
ТП4.4	Неочищена стічна вода		14998	ТП4.4	Неочищена стічна вода		14900
					Вода з сирим осадом		98
ТП5	Очищена стічна вода		14900	ТП5	Очищена стічна вода		13700
					Вода з НАМ		1200
ТП7	Очищена стічна вода		13700	ТП7	Очищена стічна вода		13700,015
	Розчин гіпохлориту натрію		0,015				
Всього:			13700,015	Всього:			13700,015

РОЗДІЛ 4. ВИБІР І ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ

4.1 Розрахункові витрати стічних вод

Для обраного заводу з виробництва квасу та комбучі середня витрата стічних вод складає 15 000 м³/добу.

Середньогодинні витрати стічних вод становить:

$$Q_{\text{сер.год.}} = \frac{15000}{24} = 625 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Середньосекундні витрати стічних вод становить:

$$q_{\text{сер.сек.}} = \frac{625}{3600} = 174 \text{ дм}^3/\text{с};$$

Максимальні та мінімальні секундні витрати стічних вод визначається в залежності від коефіцієнту нерівномірності водовідведення (Згідно зі СНІП 2.04.03-85 таблиця 2) [23].

Максимальна секундна витрата стічних вод:

$$K_{\text{max}} = 1,58;$$

$$q_{\text{max сек}} = 174 \cdot 1,58 = 275 \text{ дм}^3/\text{с.}$$

Мінімальна секундна витрата стічних вод:

$$K_{\text{min}} = 0,6;$$

$$q_{\text{min сек}} = 174 \cdot 0,6 = 104,4 \text{ дм}^3/\text{с.}$$

Визначаємо мінімальні та максимальні годинні витрати за формулами:

$$Q_{\text{сер.год.min.}} = 104,4 \cdot 3600 = 376 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$Q_{\text{сер.год.max.}} = 275 \cdot 3600 = 990 \text{ м}^3/\text{год.}$$

4.2 Розрахунковий коефіцієнт змішування стічних вод з водою річки

Визначаємо коефіцієнт турбулентної дифузії, який показує змішування стічної води з водою річки[23]:

$$E = \frac{V_{\text{сер}} \cdot H_{\text{сер.}}}{200} = \frac{1,5 \cdot 2,5}{200} = 0,019,$$

де $V_{\text{сер}}$ — середня швидкість води в річці між випуском і розрахунковим створом в м/с, $V_{\text{сер}} = 1,5 \text{ м/с}$; $H_{\text{сер.}}$ — середня глибина річки на місці створу, м, $H_{\text{сер.}} =$

25 м.					ЕКБ.БЕ6113.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кутарланова Н.Д.			Розділ 4. Вибір і характеристика обладнання	Стадія	Арк.	Аркушів
Конс.		Козар М.Ю.						
							38	62
Керів.		Козар М.Ю.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
Затверд.								

Визначаємо коефіцієнт, що враховує гідравлічні умови змішування стічних вод з річковими[23]:

$$\alpha = \varphi \cdot \zeta \cdot \sqrt{\frac{E}{Q_{\text{сер.сек.}}}} = 1,5 \cdot 1,5 \cdot \sqrt{\frac{0,019}{0,174}} = 0,74;$$

де φ – коефіцієнт звивистості річки, згідно з умовою, $\varphi=1,5$; ζ – коефіцієнт, що залежить від місця і конструкції випуску стічних вод, $\zeta=1,5$.

Коефіцієнт змішування стічних вод з річковою водою визначається за формулою[23]:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}{1 + \left(\frac{Q}{Q_{\text{сер.с.}}}\right) \cdot e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}} = \frac{1 - e^{-0,74 \sqrt[3]{2000}}}{1 + \left(\frac{15}{0,174}\right) \cdot e^{-0,74 \sqrt[3]{2000}}} = 0,98;$$

де Q – розрахункова витрата води в річці при 95% забезпеченості, м³/с, $Q=15$ м³/с; L – відстань до фарватера річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу, м, $L=2\,000$ м.

4.3. Необхідний ступінь очищення стічних вод

Гранично допустима концентрація завислих речовин у очищеній стічній воді, що скидається в водойма становить[23]:

$$C_{\text{ГДС}}^{\text{ЗР}} = P \left(\frac{\gamma Q}{Q_{\text{сер.сек.}}} + 1 \right) + C_{\text{ф}} = 0,25 \left(\frac{0,98 \cdot 15}{0,174} + 1 \right) + 1,6 = 22,9 \text{ мг/дм}^3,$$

P – приріст концентрації завислих речовин у водоймі після випуску стічних вод, мг/л, $P = 0,25$ мг/л; $C_{\text{ф}}$ – фонові концентрації завислих речовин у воді річки до місця випуску стічних вод, $C_{\text{ф}}=1,6$ мг/дм³.

Розраховуємо значення БСК, очищеної стічної води[23]:

$$C_{\text{ГДС}}^{\text{БСК}} = \frac{\alpha Q}{Q_{\text{сер.с.}}} \left(\frac{C_{\text{ГДК}}^{\text{БСК}}}{10^{-kt}} - C_{\text{ф}}^{\text{БСК}} \right) + \frac{C^{\text{БСК}}}{10^{-kt}} \\ = \frac{0,74 \cdot 15}{174} \left(\frac{3}{10^{-4,31 \cdot 10^{-7} \cdot 0,02}} - 2,5 \right) + \frac{6,4}{10^{-4,31 \cdot 10^{-7} \cdot 0,02}} = 6,5 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3},$$

де $C_{\text{ГДК}}^{\text{БСК}}$ – гранично допустиме значення БСК у розрахунковій створі, $C_{\text{ГДК}}^{\text{БСК}} = 3 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}$, $C_{\text{ф}}^{\text{БСК}}$ – фонові значення БСК повне у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/л, $C_{\text{ф}}^{\text{БСК}} = 6,4$; k – константа швидкості споживання кисню у суміші річкової та стічної води; t – тривалість переміщення води від місця випуску до

розрахункового створу, доба, $t = \frac{L}{V} = \frac{2000}{1,5} = 1333 \text{ с} = 22 \text{ хв} = 0,02 \text{ доби}$; k_1 – константа швидкості споживання кисню у суміші річкової та стічної води за температури T – температура стічних вод влітку (відповідно до завдання), $T=24^\circ\text{C}$. З таблиці $k_1=4,31 \cdot 10^{-7} \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$.

Отже, відповідно до отриманих результатів, очисні споруди не забезпечують необхідний ступінь очищення стічних вод до значень параметрів БСК, тому після біологічної очистки необхідно провести доочистку за допомогою біологічних ставків.

4.4 Розрахунок очисних споруд

4.4.1 Розрахунок первинних відстійників

Тип відстійника – горизонтальний, вертикальний, радіальний – визначається в залежності від пропускної здатності очисних споруд[23]. Обираємо радіальний відстійник, оскільки продуктивність очисної станції становить 15000 мг/дм^3 .

Ефективність E_{set} відстоювання обумовлюється тим, що на біологічне очищення рекомендується подавати воду з вмістом завислих речовин, який не перевищує 150 мг/дм^3 . Ефективність видалення завислих речовин у первинних відстійниках обчислюється за формулою[23]:

$$E_{set} = \frac{C_{zp}^n - C_{zp}^k}{C_{zp}^n} \cdot 100\% = \frac{250-150}{250} \cdot 100\% = 40 \%,$$

де C_{zp}^n - початкова концентрація завислих речовин на вході в споруду, мг/дм^3 ; C_{zp}^k - концентрація завислих речовин на виході зі споруди, мг/дм^3 .

Тривалість відстоювання стічних вод, при якій забезпечується необхідний ефект прояснення стічних вод, визначається за (дод. К, табл. К.2) [23] і становить: $t_{set}=550 \text{ с}$.

Гідравлічна крупність частинок, які будуть затримуватись у первинних відстійниках, становить:

$$U_0 = \frac{1000 \cdot K_{set} \cdot H_{set}}{\alpha \cdot t_{set} \cdot \left(\frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h}\right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 3}{1 \cdot 550 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 3}{0,5}\right)^{0,25}} = 1,9 \frac{\text{мм}}{\text{с}},$$

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						40
Змн.	Док.	№ докум.	Підпис	Дата		

де K_{set} - коефіцієнт використання зони об'єму, залежить від типу відстійника; H_{set} – робоча глибина відстійника, залежить від типу відстійника; α - коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод (дод. К, табл. К.3) [23]; t_{set} – тривалість відстоювання, с; h – висота циліндра, м; n_2 – показник степеня, який залежить від агломерації частинок, приймається за (дод. К, табл. К.4) [23].
Обираємо радіальний відстійник.

Визначаємо продуктивність первинного відстійника[23]:

$$q_{set} = 2,8 \cdot K_{set} \cdot (D^2 - d^2)(U_o - v) \frac{m^3}{год} = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (18^2 - 1,4^2)(1,9 - 0) = 771 \frac{m^3}{год},$$

де D – діаметр відстійника, м; d – діаметр розподільного пристрою радіального відстійника (дод. К, табл. К.5) [23], м; v - турбулентна складова приймається в залежності від швидкості руху стічних вод у споруді 5-10 мм/с (дод. К, табл. К.6) [23].

Кількість відстійників має бути не менше за два. Кількість первинних відстійників визначається за формулою[23]:

$$N = \frac{Q_{max}}{Q_{set}} = \frac{990}{771} = 1,28 \approx 2 \text{ шт},$$

де Q_{max} – максимальна витрата суміші стічних вод, $m^3/год$.

Приймаємо 2 первинних радіальних відстійника діаметром 18м.

Розрахуємо фактичну продуктивність одного відстійника діаметром 18м[23]:

$$q_{\phi} = \frac{Q_{max}}{N} = \frac{990}{2} = 495 \frac{m^3}{год},$$

Фактична гідравлічна крупність затриманих частинок становить[23]:

$$U_0^{\phi} = \frac{q_{\phi}}{2,8 \cdot K_{set} \cdot (D^2 - d^2)} = \frac{495}{2,8 \cdot 0,45 \cdot (18^2 - 1,4^2)} = 1,22 \text{ мм/с}.$$

Фактична тривалість перебування стічних вод у первинному відстійнику становить[23]:

$$t_{set}^{\phi} = \frac{1000 \cdot K_{set} \cdot H_{set}}{\alpha \cdot U_0^{\phi} \cdot \left(\frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h} \right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 3}{1 \cdot 1,22 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 3}{0,5} \right)^{0,25}} = 865 \text{ с}.$$

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						41
Змн.	Док.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фактична ефективність прояснення стічних вод при $C_{\text{поч}}$ і t_{set}^{Φ} становить (дод. К, табл. К.1) [23]: $E^{\Phi}=49\%$.

При отриманому E^{Φ} концентрація завислих речовин[23]:

$$C_{3P}^{\text{кф}} = C_{3P}^{\text{п}} - \frac{E^{\Phi} \cdot C_{3P}^{\text{п}}}{100} = 250 - \frac{49 \cdot 250}{100} = 128 \text{ мг/дм}^3.$$

Маса сухої речовини осаду, що затримується у первинних відстійниках, становить[23]:

$$M_{\text{ос}} = \frac{(C_{3P}^{\text{п}} - C_{3P}^{\text{кф}}) \cdot Q_{\text{сер.доб.}} \cdot K}{10^6} = \frac{(250 - 128) \cdot 15000 \cdot 1,2}{10^6} = 2,2 \frac{\text{т}}{\text{добу}}.$$

де $Q_{\text{сер.доб.}}$ - витрата стічних вод, $\text{м}^3/\text{доб.}$; $K=1,1 \dots 1,2$ – коефіцієнт, що враховує збільшення об'єму осаду за рахунок крупних часток зависі, які не виявляються при відборі проб для аналізу.

Добовий об'єм осаду[23]:

$$V = \frac{100 \cdot M_{\text{ос}}}{100 - W_{\text{ос}}} = \frac{100 \cdot 2,2}{100 - 95} = 44 \text{ м}^3.$$

де $W_{\text{ос}}$ – вологість осаду, %.

Отже, приймаємо 2 первинних радіальних відстійники діаметром 18 м за типовим проектом ТП 902-2-362.83.

4.4.2 Розрахунок споруд біологічного очищення

Після первинних відстійників стічна вода подається до денітрифікатора. Аерація активного мулу у денітрифікаторі не проводиться, але підтримання частинок у завислому стані є необхідним, отже треба встановити перемішуючі пристрої. Це забезпечить турбулентний рух рідини у денітрифікаторі. Після денітрифікації суміш води та активного мулу знову піддається відстоюванню, після чого направляється до аеротенку-витиснювача. У аеротенку передбачено систему аерації трубчатими аераторами для перемішування суміші та забезпечення її киснем. Після аеротенка передбачено відстоювання суміші для відділення активного мулу. Частина мулу подається на рециркуляцію, а частина – на ущільнення. Приймаємо коефіцієнт рециркуляції мулової суміші 2, а активного мулу – 1.

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						42
Змн.	Док.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунки виконувались згідно ДБН В.2.5-75:2013. Проектом передбачено проточний коридорний реактор для денітрифікації, аеротенк-витиснювач.

Значення БСКповн стічних вод, які надходять в систему біологічного очищення, з врахуванням зниження БСК після первинного відстоювання на 10%, становить 225 мг/дм³. Концентрація амонійного азоту в систему, з урахуванням зниження концентрації після механічного очищення на 10% становить 36 мг/дм³.

Розрахунок денітрифікатора

Тривалість обробки стічної води у денітрифікаторі:

$$t_{gen} = \frac{(C_{N-NO_3})_{en}^{gen} - (C_{N-NO_3})_{ex}^{gen}}{a_i(1 - s_i^{gen})\rho_{gen}} \cdot \frac{20}{T_w} = \frac{36 - 2}{2 \cdot (1 - 0,3) \cdot 14} \cdot \frac{20}{15,5} = 2,25 \text{ год},$$

де $(C)_{en}$ і $(C)_{ex}$ - концентрація нітратів відповідно на вході і виході з нього; a_i - доза мулу в денітрифікаторі, приймаємо 2 мг/дм³; S -зольність активного мулу, приймається 0,25 - 0,3; ρ_{gen} - швидкість відновлення нітратів, приймається в залежності від початкового значення нітратів, приймаємо 14 мг/(г·год); T - температура стічної води для найбільш несприятливої пори року, °C.

Об'єм денітрифікатора:

$$W_{ден} = Q_{max, год} \cdot t_{gen}(1 + R_i) = 495 \cdot 2,25(1 + 1,84) = 3163 \text{ м}^3,$$

де Q_{max} - максимальна витрата стічних вод, м³/год; R_i - ступінь рециркуляції активного мулу, $R_i = 1,84$.

Значення нітратного азоту в стічній воді, яка надходить в денітрифікатор з урахуванням рециркуляційного потоку:

$$(C_{N-NO_3})_{gen} = \frac{(C_{N-NO_3})_{en} \cdot Q_{доб} - (C_{N-NO_3})_{ц} \cdot Q_{ц}}{Q_{доб} + Q_{ц}} = \frac{2 \cdot 15000 - 3965 \cdot 3}{15000 + 3965} = 0,95 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3},$$

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						43
Змн.	Авк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $(C_{N-NO_3})_{en}$ та $(C_{N-NO_3})_{ц}$ - концентрація нітратного азоту відповідно у вихідній стічній воді та в циркулюючому мулі; $Q_{доб}$ та $Q_{ц}$ - витрата стічної рідини та циркулюючого мулу.

Кількість забруднень по БСК_{повн}, що надходять в денітрифікатор:

$$K = \frac{C_{БСК} \cdot Q_{доб}}{10^6} = \frac{225 \cdot 15000}{10^6} = 3,375 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3},$$

де $C_{БСК}$ - концентрація БСК_{повн} стічних вод, які надходять в систему біологічного очищення.

Кількість забруднень по БСК_{повн} стічних вод, що надходять у аеротенк:

$$K_1 = K - (C_{N-NO_3})_{gen} = 3,375 - 0,95 = 2,425 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}.$$

Значення БСК_{повн} в стічній воді, яка надходить в аеротенк:

$$K_2 = \frac{K_1 \cdot 10^6}{Q_{доб}} = \frac{2,425 \cdot 10^6}{15000} = 161,7 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}.$$

Розрахунок вторинних відстійників

Вторинні відстійники встановлюються для відстоювання активного мулу. Варто встановити не менше трьох вторинних відстійників, за умови, що всі вони є робочими. Відстійники приймаємо того ж типу, що й первинні. Розраховуємо відстійник за гідравлічним навантаженням на одиницю площі поверхні за рівнянням[23]:

$$q = \frac{4,5 \cdot K_{відст.} \cdot H^{0,8}}{(0,1 \cdot J_{\phi} \cdot a_a)^{0,5-0,01 \cdot a_t}} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3^{0,8}}{(0,1 \cdot 73,9 \cdot 3)^{0,5-0,01 \cdot 15}} = 1,467 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^2 \cdot \text{год}},$$

де $K_{відст.}$ - коефіцієнт використання об'єму відстійників, що приймається для радіальних - 0,4; H - глибина зони відстоювання, 3 м; J_{ϕ} - фактичне значення мулового індексу, 73,9 см³/г; a_a - концентрація активного мулу в аеротенку, 3 г/дм³; a_t - концентрація активного мулу у воді після відстоювання, приймаємо 15 мг/дм³.

Загальна площа вторинних відстійників[23]:

$$F = \frac{Q_{max.год}}{q} = \frac{990}{1,468} = 674,4 \text{ м}^2,$$

де Q_{max} - максимальна витрата стічних вод, м³/год.

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						44
Змн.	Док.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість вторинних відстійників приймається не менше трьох, усі відстійники робочі. Розрахункова кількість вторинних відстійників[23]:

$$N = \frac{F}{0,785 \cdot D^2} = \frac{674,4}{0,785 \cdot 18^2} = 2,65 \approx 3 \text{ шт.},$$

де D – діаметр радіального відстійника, який приймаємо 18 м.

Отже, за типовим проектом № 902-2-87/76 приймаємо:

- 3 радіальних відстійника;
- діаметр - 18 м;
- робоча глибина - 3,7 м;
- діаметр підвідного трубопроводу – 800 мм;
- діаметр відвідного трубопроводу – 500 мм;
- об'єм мулової зони - 160 м³;
- об'єм відстійника – 788 м³.

Розрахунок аеротенка-витиснювача

Відповідно до ДБН, при концентрації БСК_{повн} < 500 мг/дм³ обираємо аеротенк-витиснювач. Попередньо приймаємо дозу активного мулу у зоні аерації у межах 2,5-4,5 г/дм³ та значення мулового індексу 80-100 см³/г відповідно до ДБН п.В.2.3. Для обраних значень дози активного мулу (2,5 г/дм³) та мулового індексу (85 см³/г) визначається ступінь рециркуляції активного мулу[23]:

$$R = \frac{a_a}{\frac{1000}{J} - a_a} = \frac{2,5}{\frac{1000}{85} - 2,5} = 0,27,$$

де a_a – доза активного мулу, яка прийнята 2,5 г/дм³; J – муловий індекс, який становить 85 см³/г. Значення R, при видаленні активного мулу з вторинних відстійників за допомогою мулососів має бути не менше 0,3, тому для подальших розрахунків приймаємо R=0,3 (за допомогою мулоскребів – 0,4; самопливом – 0,6).

Дозу активного мулу в регенераторі визначається за формулою:

$$a_p = a_a \cdot \left(\frac{1}{2R} + 1 \right) = 2,5 \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot 0,3} + 1 \right) = 3 \frac{\text{г}}{\text{дм}^3}.$$

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						45
Змн.	Авк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значення БСК_{повн} стічних вод, що надходять до системи біологічного очищення стічних вод, після первинного відстоювання та обробки у денітрифікаторі, становить 161,7 мг/дм³.

Вміст органічних забруднень по БСК_{повн} у суміші стічних вод та рециркуляційного активного мулу розраховується за формулою[23]:

$$L_{\text{сум}} = \frac{C_{\text{сум,БСК}}^{\Phi} + C_{\text{БСК}}^{\text{к}} \cdot R}{1 + R} = \frac{161,7 + 15 \cdot 0,3}{1 + 0,3} = 127,8 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3},$$

де $C_{\text{БСК}}^{\text{вх}}$ - показник БСК_{повн} стічних вод, що надходять в аеротенк, з врахуванням зниження БСК після первинного відстоювання та денітрифікації
 $C_{\text{БСК}}^{\text{вих}}$ - показник БСК_{повн} в очищеній воді після повного біологічного очищення, мг/дм³.

Тривалість обробки стічних вод у аеротенку $t_{\text{аер}}$ за рівнем БСК_{повн}[23]:

$$t_{\text{аер}} = \lg \frac{L_{\text{сум}}}{C_{\text{БСК}}^{\text{вих}}} \cdot \frac{2,5}{\sqrt{a_a}} = \lg \frac{127,8}{15} \cdot \frac{2,5}{\sqrt{2,5}} = 1,6 \text{ год}$$

Питома швидкість окиснення забруднень активним мулом визначається за формулою[23]:

$$\rho = \rho_{\text{max}} \frac{C_{\text{БСК}}^{\text{к}} \cdot C_o}{C_{\text{БСК}}^{\text{к}} \cdot C_o + K_L \cdot C_o + K_o \cdot C_{\text{БСК}}^{\text{к}}} \cdot \frac{1}{1 + \varphi \cdot a_p} =$$

$$85 \frac{15 \cdot 2}{15 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 15} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 3} = 20,1 \frac{\text{мг}}{\text{г} \cdot \text{год}}$$

де $\rho_{\text{max}}=85$ мг/(г·год) – максимальна швидкість окиснення стічних вод [22, табл.40]; C_o – концентрація розчиненого кисню в муловій суміші, яка приймається 2 мг/дм³; K_L - константа, яка характеризує властивості органічних забруднень, складає 33 мг·БПК_{повн}/дм³ [22, табл.40]; K_o – константа, яка характеризує вплив кисню, становить 0,625 мгО₂/дм³ [22,табл.40]; φ - коефіцієнт інгібування продуктами розпаду активного мулу, складає 0,07 дм³/г [22, табл.40].

Тривалість окиснення органічних забруднень визначається за формулою[23]:

$$t_o = \frac{C_{\text{сум.БСК}}^a - C_{\text{БСК}}^k}{a_p(1-S) \cdot \rho \cdot R} \cdot \frac{15}{T_{\text{сер.р}}} = \frac{161,75 - 15}{3 \cdot (1 - 0,3) \cdot 20,1 \cdot 0,3} \cdot \frac{15}{24} = 7,2 \text{ год},$$

де S – зольність активного мулу, приймається 0,3; $T_{\text{сер.р}}$ – середньорічна температура стічних вод, становить 24 °С.

Тривалість регенерації активного мулу[23]:

$$t_p = t_o - t_a = 7,2 - 1,6 = 5,6 \text{ год.}$$

Середня тривалість перебування стічних вод в системі аеротенк-регенератор буде дорівнювати[23]:

$$t_{\text{сер}} = (1 + R) \cdot t_a + t_p \cdot R = (1 + 0,3) \cdot 1,6 + 5,6 \cdot 0,3 = 3,76 \text{ год.}$$

Середня доза активного мулу в системі аеротенк-регенератор визначається за формулою[23]:

$$a_{\text{сер}} = \frac{a_a(1+R) \cdot t_a + a_p \cdot R \cdot t_p}{t_{\text{сер}}} = \frac{2,5(1+0,3) \cdot 1,6 + 5,6 \cdot 0,3 \cdot 3}{3,76} = 2,7 \frac{\text{г}}{\text{дм}^3}$$

Навантаження на активний мул за показником БСК_{повне} за прийнятих вихідних даних визначаємо за формулою[23]:

$$q_m = \frac{24(C_{\text{БСК}}^{\text{вх}} - C_{\text{БСК}}^{\text{вих}})}{a \cdot (1-S) \cdot t_{\text{сер}}} = \frac{24(161,7 - 15)}{2,7(1 - 0,3) \cdot 3,76} = 495,6 \frac{\text{мг}}{\text{г} \cdot \text{добу}}$$

З урахуванням навантаження на активний мул визначається фактичне значення мулового індексу, згідно [22,табл.41], яке становить: $I_{\phi}=94 \text{ см}^3/\text{г}$.

При фактичному значення мулового індексу ступінь рециркуляції становитиме[23]:

$$R^{\phi} = \frac{a_a}{\frac{1000}{I_m} - a_a} = \frac{2,5}{\frac{1000}{94} - 2,5} = \frac{2,5}{8,1} = 0,3$$

Робочий об'єм аеротенка із врахуванням зони окиснення[23]:

$$W_a = (1 + R) \cdot t_a^{\text{БСК}} \cdot q_{\text{max}} = (1 + 0,3) \cdot 1,6 \cdot 990 = 2059,2 \text{ м}^3$$

$$W_p = t_p \cdot R \cdot q_{\text{max}} = 5,6 \cdot 0,3 \cdot 990 = 1663,2 \text{ м}^3$$

де q_{max} – максимальна витрата стічних вод, $\text{м}^3/\text{год}$.

Загальний об'єм становить[23]:

$$W = W_a + W_p = 2059,2 + 1663,2 = 3722,4 \text{ м}^3$$

Приймаємо кількість секцій $N=2$.

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						47
Змн.	Док.	№ докум.	Підпис	Дата		

Об'єм однієї секції складає[23]:

$$W_1 = \frac{W}{N} = \frac{3722,4}{2} = 1861,2 \text{ м}^3$$

Приймаємо двохкоридорний аеротенк з 2 секціями з робочою глибиною $h_p=4,4$ м; шириною коридору $B=4,5$ м. Типовий проект 902-2-195 [21, табл. 27.7].

Довжина секції становить[23]:

$$L = \frac{W_1}{B \cdot h_p \cdot N \cdot n_{\text{кор}}} = \frac{1861,2}{4,5 \cdot 4,4 \cdot 2 \cdot 2} = 23,5 \text{ м}$$

де $n_{\text{кор}}$ – кількість коридорів у секції, шт.

Визначається розподіл рециркуляційного активного мулу зі співвідношення[23]:

$$\frac{W_p}{W} = \frac{1663,2}{1861,2} = 89\%$$

Приріст активного мулу у аеротенку розраховуємо за формулою[23]:

$$П = 0,8 \cdot C_{3p}^{к,ф} + K_n \cdot C_{\text{сум.БСК}}^a = 0,8 \cdot 128 + 0,3 \cdot 161,7 = 150,91 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3},$$

де $C_{3p}^{к,ф}$ – концентрація завислих речовин, що надходить в аеротенк, мг/дм³; K_n – коефіцієнт приросту активного мулу, становить 0,3.

Аеротенк необхідно обладнати системою аерації. Обираємо дрібнобульбашкову систему аерації, для її розрахунку визначимо питому витрату повітря на аерацію[23].

Питома витрата повітря на окиснення органічних забруднень стічних вод[23]:

$$q_{\text{пов}} = \frac{q_0 \cdot (C_{\text{сум}}^{\text{БСК}} - L_w)}{K_1 K_2 K_3 K_T (C_a - C_o)} = \frac{1,1 \cdot (161,7 - 15)}{1,68 \cdot 2,26 \cdot 0,85 \cdot 1,08 \cdot (10,1 - 2)} = 5,7 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3},$$

де q_0 – питома витрата кисню повітря, що приймається при повному біологічному очищенні 1,1 мг/дм³; K_1 – коефіцієнт, який враховує тип аератора і приймається для дрібно бульбашкової аерації в залежності від співвідношення площі аерованої зони та аеротенка ($f_{a.з}/f_a$); K_2 – коефіцієнт, який залежить від глибини занурення аераторів; K_3 – коефіцієнт якості води

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						48
Змн.	Док.	№ докум.	Підпис	Дата		

для міських стічних вод ; K_T – коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод, який визначається в залежності від середньомісячної температури стічних вод ($T_{\text{сер.р}}$) за виразом[23]:

$$K_T = 1 + 0,02 \cdot (T_{\text{сер.р}} - 20) = 1 + 0,02 \cdot (24 - 20) = 1,08,$$

де C_a – розчинність кисню повітря у воді, яка визначається в залежності від глибини занурення аераторів (h_a), за формулою[23]:

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) \cdot C_T = \left(1 + \frac{4,4}{20,6}\right) \cdot 8,33 = 10,1 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3};$$

де C_T – розчинність кисню у воді в залежності від середньорічної температури та атмосферного тиску; C_o – середня концентрація кисню в аеротенку, яку приймають 2 мг/дм^3 .

Інтенсивність аерації мулової суміші в аеротенку визначається за формулою[23]:

$$I = \frac{q_{\text{пов}} \cdot H}{t_a} = \frac{5,7 \cdot 4,4}{3,76} = 6,7 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^2 \cdot \text{год}};$$

де H – глибина аеротенка, м; t_a – період аерації.

В регенераторах рекомендується приймати кількість аераторів у 2 рази більшою, ніж в аеротенках, тоді інтенсивність аерації буде складати: в аеротенку - $I_a = 0,67 I_{\text{сер}}$, у регенераторі - $I_p = 1,33 I_{\text{сер}}$ [23].

$$I_a = 0,67 \cdot I_{\text{сер}} = 0,67 \cdot 6,7 = 4,5 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^2 \cdot \text{год}}$$

$$I_p = 1,33 \cdot I_{\text{сер}} = 1,33 \cdot 6,7 = 8,9 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^2 \cdot \text{год}}$$

Отримані значення мають бути в межах $I_a^{\min} < I_a$, $I_p < I_a^{\max}$. Відповідно до ДБН В.2.5-75:2013, приймають $I_a^{\min} = 3,3 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, $I_a^{\max} = 20 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$.

Загальна витрата повітря, яке подається в аеротенк, визначається за середньою витратою стічних вод за час аерації в години максимального припливу[23]:

$$Q_{\text{пов}}^{\text{сер}} = q_{\text{пов}} \cdot Q_{\text{max}} = 5,7 \cdot 990 = 5643 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						49
Змн.	Авк.	№ док.	Підпис	Дата		

Повітродувки підбирають за каталогом, виходячи із загальних витрат напору і розрахункової витрати повітря [23].

Розрахунок третинних відстійників після аеротенка

Третинні відстійники приймаємо такі ж, як і вторинні, розраховані раніше.

За типовим проектом № 902-2-87/76 приймаємо:

- 3 радіальних відстійника;
- діаметр - 18 м;
- робоча глибина - 3,7 м;
- діаметр підвідного трубопроводу – 800 мм;
- діаметр відвідного трубопроводу – 500 мм
- об'єм мулової зони - 160 м³;
- об'єм відстійника – 788 м³.

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						50
Змн.	Авк.	№ докum.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

5.1 Охорона праці

Охорона праці відповідає на питання про те, як забезпечити життя та здоров'я працівників, адже у процесі праці на людину відбувається дія безлічі виробничих чинників різного походження, характеру та форми прояву[24].

Якщо виробничі чинники призводять до зниження працездатності, раптового захворювання, травм, то такі чинники називають шкідливими або небезпечними. Серед таких чинників можуть бути електричний струм, механізми та їх частини, що мають незахищені елементи; також вібрація, шум, устаткування, недостатня освітленість, загазованість, запиленість виробничого середовища, нервово-психічне та нервово-емоційне навантаження [24].

Документами, що регламентують заходи, що запобігають такій дії, є Закон України «Про охорону праці», Кодекси законів про працю та «Основи законодавства України про працю» [24]. Вимоги до безпеки праці на водоочисних спорудах наведені у Правилах охорони праці під час експлуатації водопровідно-каналізаційних споруд.

Зокрема нижче наведені деякі вимоги безпеки під час експлуатації споруд з біологічного очищення стічних вод:

1. У приміщеннях насосних станцій, очисних споруд водопостачання і каналізації, водопом'якшувальних установок тощо розміщення агрегатів, трубопроводів, механізмів повинно бути таким, щоб до самих агрегатів, до всіх засувок усіх клапанів та інших приладів і механізмів був необхідний прохід і вільний доступ. У разі розміщення устаткування на висоті влаштовують робочі майданчики з огороженням для безпечного обслуговування [25].
2. Роботи на водопровідно-каналізаційних мережах, у колодязях і камерах насосних станцій та очисних споруд виконуються за письмовим нарядом [25].

					ЕКБ.БЕ6113.ДП		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Кутарланава Н.Д.			Розділ 5. Охорона праці та довкілля	Стадія	Арк.
Конс.		Козар М.Ю.					Аркушів
							51 62
Керів.		Козар М.Ю.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ	
Затверд.							

3. Штучні споруди на фільтрувально-зрошувальній мережі (шлюзи-регулятори, шлюзи-випуски, перепади, швидкотоки і дюкери) повинні мати зручні підходи і огорожу, що забезпечують безпечну роботу обслуговуючого персоналу[25].
4. Канали, якими подають стічну воду з активним мулом, а також канали, якими відводять очищену воду, якщо їх ширина до 0,8 м, закривають знімними дерев'яними чи бетонними щитами. На каналах шириною 0,8 м і більше, а також на відкритих дренажних каналах глибиною 1 м і більше для переходу влаштовують містки шириною не менше 0,7 м із поручнями висотою не менше 1 м. [25].
5. Для обігрівання працівників, які обслуговують поля фільтрації і зрошення, та для зберігання необхідного інструменту на території полів влаштовують утеплені приміщення[25].
6. Розподільчу мережу каналів, огорожувальні валики, дороги, мости й інші споруди полів фільтрації і зрошення утримують у чистоті, оглядають не рідше одного разу на тиждень і вчасно ремонтують[25].
7. Фільтросні пластинки аеротенків очищають протиранням металевими щітками з розчином 15-30% соляної кислоти. Готують розчин соляної кислоти і обробляють пластинки під механічною вентиляційною витяжкою з бічним стоком. Працівники забезпечуються спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту відповідно до НПАОП 5.1.11-3.01-04[25].
8. Будівництво водопровідних і каналізаційних споруд проводиться за проектами, які розробляються на основі вимог норм і правил пожежної безпеки та мають позитивний експертний висновок відповідного органу державного пожежного нагляду[25].
9. Для всіх будівель та приміщень виробничого та складського призначення водопровідно-каналізаційних споруд залізниці повинні бути визначені:

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						52
Змн.	Авк.	№ докum.	Підпис	Дата		

а)категорія щодо вибухової та пожежної небезпеки відповідно до НАПБ Б.07.005-86 (ОНТП 24-86) "Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности", затвердженого МВС СРСР 27.02.86, із змінами від 11.05.87 N 1;

б)клас вибухонебезпечної або пожежонебезпечної зони відповідно до ДНАОП 0.00-1.32-01 (v0272203-01), який необхідно позначити на вхідних дверях до приміщення, а також на межах зон всередині приміщення та зовні [25].

10.Усі будівлі і приміщення виробничого та складського призначення водопровідно-каналізаційних споруд повинні бути забезпечені справними засобами пожежогасіння та інвентарем [25].

11.Установки пожежної сигналізації та пожежогасіння повинні постійно утримуватися у справному стані та відповідати вимогам НАПБ [25].

12. Обслуговуючий персонал зобов'язаний чітко знати і виконувати встановлені правила пожежної безпеки, не допускати дій, які можуть призвести до пожежі [25].

13. Відповідальність за забезпечення пожежної безпеки під час експлуатації і ремонту водопровідно-каналізаційних споруд покладається на очисних спорудах водопостачання і каналізації – на завідуючого або майстра очисних споруд [25].

14. Не дозволяється користування відкритим вогнем і паління в приміщеннях резервуарів і решіток водопровідних і каналізаційних насосних станцій; в приміщеннях, де знаходяться хлораторні і амонізаційні установки, не дозволяється підігрів балонів відкритим вогнем [25].

5.2 Охорона довкілля

У зв'язку з застосуванням для очистки води більш ефективних технологій створюється загроза негативного впливу на навколишнє середовище та погіршення екологічної ситуації. Тому необхідно проводити ряд заходів під час

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						53
Змн.	Авк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проектування водоочисної станції для того, щоб уникнути таких негативних впливів[26].

До таких заходів відносять:

- створення та втілення нових методів виробництва з одержанням найменшої кількості відходів;
- розробка системи переробки відходів виробництва у вторинні матеріальні ресурси;
- розробка безстічних технологічних систем і водозворотних циклів;
- створення територіально-промислових комплексів (ТПК), що мають чітку структуру матеріальних потоків сировини та відходів у середині комплексу [24].

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						54
Змн.	Авк.	№ докum.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті було обґрунтовано та обрано технологію повного біологічного очищення стічних вод заводу безалкогольних напоїв

Проведено аналіз характеристики складу стічних вод заводу по виробництву квасу та камбучі.

Розроблено та накреслено на А1 технологічну та апаратурну схеми очисних споруд для очищення стічних вод.

Проведено усі необхідні технологічні розрахунки. Підібрано основне та допоміжне обладнання. Запроектовано двохкоридорний аеротенк-витиснювач з 2 секціями з робочою глибиною $h_p=4,4$ м; шириною коридору $B=4,5$ м, загальним об'ємом $3722,4 \text{ м}^3$; типовий проект 902-2-195.

Розроблено заходи щодо забезпечення чинних вимог охорони праці та природнього навколишнього середовища.

					ЕКБ.БЕ6113.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Висновки	Стадія	Арк.	Акресл.
Розроб.		Кутарланава Н.Д.						
Конс.		Козар М.Ю.						
							55	62
Керів.		Козар М.Ю.				КПІ ім. Ігоря Сікорського,ФБТ		
Затверд.								

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. КОНСОРЦИУМЫ И ШТАММЫ МИКРООРГАНИЗМОВ, СПОСОБЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ: пат. 144937. Міжнародна патентна класифікація: C12N 1/20, C12G 3/02. № РСТ/RU2012/000296, заявл. 18.04.2012; опубл. 26.10.2012.
2. Укрупненные нормы расхода воды и количества сточных вод на единицу продукции для различных отраслей промышленности. – М.: Стройиздат, 1973. – С. 254, 279.
3. Ковальчук В.А., Ковальчук О.В., Самелюк В.І. Біотехнологія очистки стічних вод підприємств харчової промисловості //Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сб. – К.: Техніка, 2010. – Вып. 93. – С. 182 – 187. – (Серия “Технические науки и архитектура”).
4. Шуманн Г. Безалкогольные напитки: сырье, технологии, нормативы / пер.с нем. под общ.науч.ред А.В.Орещенко и Л.Н. Беневоленской. – СПб: Профессия, 2004. – 278 с.
5. Тихомиров В.Г. Технология пивоваренного и безалкогольного производств — М.: Колос, 1998. — 448 с.
6. Правила приймання стічних вод до системи централізованого водопостачання / Наказ Мінрегіону України від 1 грудня 2017 р. №3161 //Офіційний вісник України № 010 від 02.02.2018.
7. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД НА ПИВОВАРЕННЫХ ЗАВОДАХ Текст научной статьи по специальности «Экологические биотехнологии» Чеботаева М.В. Вайссер Томас <https://cyberleninka.ru/article/n/ochistka-stochnyh-vod-na-pivovarenyh-zavodah>
8. Туровский И.С. Осадки сточных вод. Обезвоживание и обеззараживание. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 376 с.

					ЕКБ.БЕ6113.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Список використаної літератури	Стадія	Арк.	Аркушів
Розроб.		Кутарланова Н.Д.						
Конс.		Козар М.Ю.						
							56	62
Керів.		Козар М.Ю.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
Затверд.								

9. Чернишев В.М. Конспект лекцій з дисципліни «Водовідведення промислових підприємств»/ В.М. Чернишев; Донб. Нац. ак-мія буд-ва і арх-ри – Макіївка, 2009. – 120 с.
10. Природоохоронні технології. Навчальний посібник. Ч.2: Методи очищення стічних вод / Петрук В. Г., Северин Л. І., Васильківський І. В., Безвозюк І. І. – Вінниця: ВНТУ, 2014 – 254.
11. Айрапетян Т. С. Конспект лекцій з дисциплін «Очистка побутових стічних вод» / Т. С. Айрапетян; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 121 с.
12. Кутикова Л.А. Фауна аэротенков / Л.А. Кутикова – Л.: Наука, 1984. – 264 с.
13. Сидорова Л. П., Снигирева А. Н. Очистка сточных и промышленных вод. Ч. II. : [Электронный ресурс] : Биохимическая очистка. Активный ил. Оборудование. Екатеринбург. 2017. 127 с.
14. Коршунова, Т.Ю. Микробиологические процессы на очистных сооружениях / Т.Ю. Коршунова, Н.Н. Силищев, О.Н. Логинов. – Уфа : Издательство «Реактив», 2005. – 62 с
15. Наливайко, Н.Г. Микробиология воды: учебное пособие / Г.Н. Наливайко. – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2006. – 139 с
16. Промислова екологія: Навчальний посібник / С.О. Апостолук, В.С. Джигирей, А.С. Апостолук та ін. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
17. Запольський А.К. «Водопостачання, водовідведення та якість води», - Київ.: Вища школа, 2005. – 670 с.
18. Денитрифицирующие бактерии / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://medbiol.ru/medbiol/microbiol/00057d69.htm>.
19. Афанасьева А. Ф. Очистка хозяйственно-бытовых сточных вод и обработка осадков / А. Ф. Афанасьева, М. Н. Сирота, Л. С. Савельева – К. : КМН , 1998. – 96 с.

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						57
Змн.	Док.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Справочник проектировщика. М.: Стройиздат, 1981.-639 с.
21. Химия и микробиология воды: учебник для студ. инженер.-строит. вузов / П.Р. Траубе, А.Г. Баранова. - М. : Высш. шк., 2000. - 280 с
22. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: Госстрой по делам строительства, 1986.– 73 с.
23. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Біотехнології очищення води» напряму підготовки 6.051401 - біотехнологія. Електронне видання. Уклад.: Саблій Л.А., Бойчук С.Д., Жукова В.С. – К.: НТУУ «КПІ», 2013.–58с.
24. Одарченко М. С. Основы охраны труда: підручник / М.С. Одарченко. – Х.: Издат, 2017. – 334 с.
25. Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації водопровідно-каналізаційних споруд [Електронний ресурс]. – 2007. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1404-04>.
26. Медведев В. Т. Инженерная экология. - М.: Гардарики, 2002. – 244 с.

ДОДАТОК А

Специфікація обладнання

Позиція	Позна-чення	Найменування	Кількість	Маса, кг	Примітки
1	2	3	4	5	6
Пз-1		Повітрозабірник, діаметр труби 300 мм, висота 4 м.	2		Збірний
Ф-2		Фільтр попередньої очистки, ефективність очищення 98%	4		Збірний
В-3,14		Повітродувка потужністю 250 кВт, продуктивність 140 м3/хв	2		Збірний
Р-4		Резервуар з перемішуючим пристроєм для накопичування гіпохлориту натрію, місткість 50 л	2		Неіржав. сталь
Ел-5		Електролізер, продуктивність по іону хлору 5 кг/добу	1		Збірний
ПР-6		Приймальний резервуар, 4 000 м ³	1		Неірж. сталь

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

РД-7	РММВ-1000	Решітки-дробарки зі швидкістю потоку 0,9 м/с, розмір прорізів 0,016 м. Пропускна здатність до 85000 м ³ /добу.	2	1690	Збірний
П-8		Пісковловлювач з середньою швидкістю руху 0,3 м ³ /добу.	2		Збірний
В-9	ТП 902-2-362.83	Первинний відстійник радіальний діаметром 18 м, з діаметром розподільчого пристрою 1,4 м, гідравлічна глибина 3 м	2		Збірний
В-10,11	ТП 902-2-87/76	Відстійник радіальний діаметром 18 м, робочою глибиною 3,7 м, об'ємом 788 м ³	6		Збірний
Д-12		Денітрифікатор об'ємом 3163 м ³	1		Збірний
А-13	ТП 902-2-195	Аеротенк-витиснювач, двохкоридорний з 2 секціями з робочою глибиною h _p =4,4 м; шириною коридору В=4,5 м	1		Збірний
БС-15		Біологічний ставок площею 0,4 га,	3		Збірний

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

		глибиною 1м.			
ЛП-16		Лоток Паршала	2		Неіржав
КР-17		Контактний резервуар для змішування гіпохлориту зі стічною 600 м, довжиною 13,63 м.	2		Неіржав. сталь
МУ- 18,23		Мулоущільнювач з тривалістю ущільнення 4 год, вологість ущільненого осаду 96%	4		Збірний
М-19		Метантенк з робочим об'ємом секції 1550 м3, довжина секції 42 м, ширина коридору 4,4 м, робоча глибина 4,4 м, кількість секцій 2 шт.	1		Збірний
Г-20		Газгольдер	1		Збірний
Р-21		Резервуар для зnezараження осаду довжиною 4 м, шириною 1,2 м, продуктивність 0,5 м3/год.	2		Неірж. сталь
К-22		Камера дегільмінтизації довжиною 4 м, шириною 1,2 м, продуктивність 0,5 м ³ /год.	2		Неірж. сталь

Ф-24		Вакуум-фільтр, вологість осаду 60-70%, робочий тиск 0,16 МПа	8		Збірний
ММ-25		Аварійний муловий майданчик, вологість осаду 70-80%.	2		
ПМ-26		Пісковий майданчик для підсушування піщаної пульпи. Навантаження 3 м ³ /м ²	2		

					ЕКБ.БЕ6113.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62